

UNIVERSIDAD DE PANAMA

VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO

FACULTAD DE HUMANIDADES

MAESTRIA EN GEOGRAFIA

**PROPUESTA PARA DETERMINAR LA LOCALIZACION OPTIMA DE
UNA PLANTA DE RECICLAJE Y RELLENO SANITARIO DE DESECHOS
SOLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE SANTIAGO**

Por

Jaime Augusto Olver Batista

**Trabajo de Graduacion para optar por el Titulo de Maestria
en Geografia con Especializacion en Geografia Regional de
Panama**

PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA

2017

Obs. del autor

DEDICATORIA

T 8 SEP 2017

SI.

Le dedico la realizacion de esta investigacion a mi familia mis padres Jaime Oliver y Ernestina Batista quienes me han infundido desde pequeño la importancia del estudio a mis hermanos Erick Oliver y Luis Carlos Batista por su apoyo incondicional Ustedes han sido mi inspiracion el motor que me impulso y motivo a culminar mi tesis de postgrado

Gracias y que Dios los bendiga

AGRADECIMIENTO

En primera instancia le doy gracias a Dios nuestro señor por haberme dado la fuerza e inteligencia para culminar con éxito un nuevo grado académico

Al profesor Franklin Concepcion por el tiempo brindado para el desarrollo de mi investigación y por sus orientaciones tan acertadas producto de su experiencia académica

Agradezco a los profesores de la comisión de tesis Jaime Cabre Juan Vega y en especial a la profesora Diocelina Samaniego de Tristan por la disponibilidad y el seguimiento de mi tesis

Quiere hacer extensivo mi agradecimiento a todos los docentes del programa de maestría a los moradores del poblado del Espino y El Mirador por la cooperación en la aplicación de encuestas de igual manera a las instituciones públicas y privadas que ofrecieron valiosa información

INDICE

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA | 11 |
| AGRADECIMIENTO | 1V |
| INDICE DE CUADROS | XIII |
| INDICE DE FIGURAS | XXIX |
| INTRODUCCION | xxxv |
| RESUMEN | 1 |
| SUMMARY | 3 |
| CAPITULO I REFERENTE CONCEPTUAL Y METODOLOGICO | 5 |
| 1 Antecedentes de la investigacion | 6 |
| 2 Localizacion y tamaño actual del vertedero municipal del distrito de Santiago | 10 |
| 4 Cantidad de desechos depositados en el vertedero | 14 |
| 5 Intento por la creacion de un relleno sanitario | 16 |
| 6 Principales afectaciones ambientales y sociales del vertedero | 17 |
| 6 1 Problemas ambientales | 18 |
| 6 2 Afectaciones sociales | 21 |
| 6 3 Daños en fincas cercanas | 22 |

| | | |
|------|---|----|
| 7 | Gestion local gubernamental y privada ante la problematica asociada al vertedero | 23 |
| 7 1 | Gestion local | 23 |
| 7 2 | Gestion gubernamental | 24 |
| 7 3 | Gestion privada | 27 |
| 8 | Opinion de la poblacion del poblado El Espino y El Mirador ante la problematica del vertedero | 29 |
| 9 | Planteamiento del problema | 30 |
| 10 | Objetivos de investigacion | 32 |
| 10 1 | Objetivo general | 32 |
| 10 2 | Objetivos especificos | 33 |
| 11 | Justificacion e importancia | 33 |
| 12 | Metodologia | 35 |
| 12 1 | Diseño de investigacion | 35 |
| 12 2 | Tipo de investigacion | 36 |
| 12 3 | Las tecnicas utilizadas para la recoleccion de datos | 36 |
| 12 4 | Procesamiento de los datos | 37 |
| 12 5 | Metodologia utilizada en los Sistemas de informacion geografica | 40 |
| 13 | Hipotesis de trabajo | 41 |

| | |
|--|----|
| CAPITULO II REFERENTE TEORICO | 44 |
| 1 Referente teorico | 45 |
| 2 Sistemas de informacion geografica (SIG) | 45 |
| 2 1 Modelo vectorial | 47 |
| 2 2 Modelo raster | 48 |
| 2 3 Base de datos | 49 |
| 3 Procedimiento de Evaluacion Multicriterio (EMC) | 49 |
| 3 1 Criterios | 52 |
| 3 2 Factores | 52 |
| 3 3 Restricciones o limitantes | 53 |
| 3 4 Metodo de jerarquias analiticas AHP | 53 |
| 4 Integracion SIG y EMC | 53 |
| 5 Actividades y conceptos inherentes de la propuesta | 54 |
| 5 1 Relleno sanitario | 54 |
| 5 2 Vertedero de residuos | 54 |
| 5 3 Planta de reciclaje | 55 |
| 5 4 Compostaje | 55 |
| 5 5 Desecho o residuo | 55 |
| 5 6 Desecho peligroso | 55 |

| | | |
|---|---|----|
| 5 7 | Residuos solidos no peligroso | 55 |
| 5 8 | Disposicion final | 55 |
| 6 | Fundamento Legal | 56 |
| 7 | Problemas derivados de la ubicacion de los vertederos | 60 |
| CAPITULO III DESCRIPCION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO | | 61 |
| 1 | Caracteristicas biofisicas | 62 |
| 1 1 | Localizacion superficie | 62 |
| 1 2 | Limites politicos administrativa | 62 |
| 1 3 | Division administrativa | 62 |
| 1 4 | Relieve | 66 |
| 1 5 | Clima | 69 |
| 1 5 1 | Direccion y velocidad del viento | 69 |
| 1 6 | Geologia | 72 |
| 1 7 | Hidrografia | 73 |
| 1 7 1 | Cuenca del rio Santa Maria (132) | 73 |
| 1 7 2 | Cuenca del rio San Pedro (120) | 74 |
| 1 7 3 | Cuenca entre los rios San Pedro y Tonosi (122) | 76 |
| 1 8 | Uso de suelo y cobertura vegetal | 76 |
| 1 9 | Capacidad agrologica de los suelos | 81 |

| | | |
|---|--|-----|
| 1 10 | Zonas de vida | 83 |
| 1 11 | Biogeografia | 85 |
| 1 11 1 | Flora | 85 |
| 1 11 2 | Fauna | 93 |
| 2 | Características demográficas | 99 |
| 2 1 | Población total y densidad | 99 |
| 2 2 | Estructura de la población por sexo y grupos de edad | 99 |
| 3 | Características económicas | 103 |
| 3 1 | Población económicamente activa y no activa | 104 |
| 3 2 | Ingreso de los hogares | 105 |
| CAPITULO IV PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA DE RECICLAJE Y RELLENO SANITARIO | | 108 |
| 1 | Criterios técnicos para la implementación de un relleno sanitario | 109 |
| 2 | Proyección de crecimiento de la población usuaria del servicio de recolección de los residuos sólidos urbanos años 2015 2030 | 112 |
| 3 | Proyección de producción de desechos años 2015 2030 | 114 |
| 4 | Estimación de la superficie adecuada para la implementación de una planta de reciclaje y relleno sanitario | 117 |
| 4 1 | Volumen de desechos para relleno diario | 118 |
| 4 2 | Volumen de desechos para relleno anual | 119 |

| | | |
|------|--|-----|
| 4 3 | Area para el relleno sanitario | 119 |
| 5 | Descripcion de una planta de reciclaje | 124 |
| 5 1 | Esquema de una planta de reciclaje | 124 |
| 6 | Descripcion de un relleno sanitario | 129 |
| 6 1 | Metodos de construccion de rellenos sanitarios | 130 |
| 7 | Primera fase Definicion de evaluacion multicriterio | 136 |
| 8 | Segunda fase Parametros necesarios para efectuar la evaluacion Multicriterio | 136 |
| 8 1 | Capas de criterios para el analisis multicriterio | 136 |
| 8 2 | Puntuacion de las categorias de los criterios | 139 |
| 9 | Procedimiento para desarrollar la Evaluacion Multicriterio | 142 |
| 10 | Evaluacion de los sitios preliminares | 143 |
| 11 | Desarrollo del modelo de Evaluacion Multicriterio | 144 |
| 11 1 | Limitantes para la localizacion de una planta de reciclaje y relleno sanitario | 144 |
| 11 2 | Factores para la localizacion de una planta de reciclaje y relleno sanitario | 160 |
| 11 3 | Aplicacion del metodo de Evaluacion Multicriterio | 199 |
| 11 4 | Analisis de los datos | 201 |
| 11 5 | Comprobacion de la hipotesis | 205 |
| 11 6 | Seleccion del sitio final | 207 |

| | |
|---|-----|
| 11 7 Trabajo de campo | 225 |
| 11 8 Evaluacion de los sitios preliminares | 225 |
| CAPITULO V PRESENTACION DE LOS RESULTADOS Y DISCUSION | 227 |
| 1 Resultados de la investigacion | 228 |
| 1 1 Sitio 1 | 228 |
| 2 Discusion de los resultados | 232 |
| CONCLUSIONES | 235 |
| RECOMENDACIONES | 237 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 239 |
| ANEXOS | 249 |

INDICE DE CUADROS

| | | |
|-----------|---|----|
| Cuadro 1 | Corregimientos que forman parte del sistema de recoleccion y disposicion de residuos solidos urbanos distrito de Santiago (hasta el 15 octubre de 2015) | 12 |
| Cuadro 2 | Usuarios del sistema de recoleccion y disposicion de residuos solidos del municipio de Santiago hasta el 17 de octubre de 2015 | 14 |
| Cuadro 3 | Produccion de desechos segun usuarios municipio de Santiago año 2015 | 16 |
| Cuadro 4 | Rangos maximos minimos y valores de los sitios aptos y no aptos en pixeles citados por autores y propuestos | 42 |
| Cuadro 5 | Pendiente en grado y tipo de pendiente | 52 |
| Cuadro 6 | Superficie y porcentaje por corregimiento distrito de Santiago | 66 |
| Cuadro 7 | Fajas de elevacion superficie y porcentaje distrito de Santiago | 67 |
| Cuadro 8 | Formaciones geograficas superficie y porcentaje distrito de Santiago | 74 |
| Cuadro 9 | Principales rios y quebradas segun longitud distrito de Santiago | 77 |
| Cuadro 10 | Cuencas hidrograficas segun area y porcentaje distrito de Santiago | 78 |
| Cuadro 11 | Categorias de vegetacion segun superficie y porcentaje distrito de Santiago | 78 |
| Cuadro 12 | Tipos de suelo segun superficie y porcentaje distrito de Santiago | 83 |
| Cuadro 13 | Zonas de vida segun superficie y porcentaje distrito de Santiago | 85 |
| Cuadro 14 | Arboles maderables segun especie distrito de Santiago | 86 |
| Cuadro 15 | Arboles frutales segun especie distrito de Santiago | 87 |
| Cuadro 16 | Rastrojos y pastos segun especie distrito de Santiago | 88 |
| Cuadro 17 | Plantas comestibles segun especie distrito de Santiago | 89 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| Cuadro 18 | Mangle segun especie distrito de Santiago | 90 |
| Cuadro 19 | Plantas medicinales segun especie distrito de Santiago | 91 |
| Cuadro 20 | Plantas ornamentales segun especie distrito de Santiago | 92 |
| Cuadro 21 | Mamíferos segun especie distrito de Santiago | 94 |
| Cuadro 22 | Reptiles segun especie distrito de Santiago | 95 |
| Cuadro 23 | Aves segun especie distrito de Santiago | 96 |
| Cuadro 24 | Peces crustaceos y moluscos segun especie distrito de Santiago | 97 |
| Cuadro 25 | Insectos aracnidos y gusanos segun especie distrito de Santiago | 98 |
| Cuadro 26 | Superficie poblacion y densidad por corregimiento distrito de Santiago (censo 2010) | 100 |
| Cuadro 27 | Poblacion segun sexo y grupos de edad distrito de Santiago (censo 2010) | 101 |
| Cuadro 28 | Poblacion economicamente activa y no activa distrito de Santiago (censo 2010) | 104 |
| Cuadro 29 | Grupo de ingreso de los hogares segun area distrito de Santiago (censo 2010) | 106 |
| Cuadro 30 | Principales criterios para la seleccion de sitios optimos para la implementacion de un relleno sanitario | 110 |
| Cuadro 31 | Proyeccion de la poblacion de usuarios residenciales municipio de Santiago años 2015 a 2030 | 114 |
| Cuadro 32 | Proyeccion de produccion de desechos residenciales municipio de Santiago año 2015 a 2030 | 116 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| Cuadro 33 | Estimacion de la superficie necesaria para la implementacion de un relleno sanitario municipio de Santiago años 2015 a 2030 | 121 |
| Cuadro 34 | Capas digitales de criterios limitantes para el analisis multicriterio | 138 |
| Cuadro 35 | Capas digitales de criterios factores para el analisis multicriterio | 138 |
| Cuadro 36 | Ponderacion del criterio factor cobertura vegetal y uso de suelo indice de consistencia 0 02 | 163 |
| Cuadro 37 | Ponderacion del criterio factor textura del suelo indice de consistencia 0 02 | 167 |
| Cuadro 38 | Ponderacion del criterio factor drenaje del suelo indice de consistencia 0 00 | 171 |
| Cuadro 39 | Ponderacion del criterio factor pendiente indice de consistencia 0 0 | 175 |
| Cuadro 40 | Ponderacion del criterio factor pendiente indice de consistencia 0 01 | 179 |
| Cuadro 41 | Velocidad y costo de recorrido segun tipo de via | 182 |
| Cuadro 42 | Velocidad y costo de recorrido segun categoria de pendiente | 186 |
| Cuadro 43 | Ponderacion de los factores para la evaluacion multicriterio indice de consistencia 0 01 | 200 |
| Cuadro 44 | Sitios con valores > a 185 pixeles y superficie mayor a 30 hectareas | 205 |
| Cuadro 45 | Evaluacion de los sitios preliminares | 226 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Fig 1 Entrada al poblado El Espino | 10 |
| Fig 2 Mapa de Localizacion del vertedero municipal del distrito de Santiago | 11 |
| Fig 3 Grafica de cantidad de usuarios del sistema de recoleccion y disposicion de residuos del municipio de Santiago | 15 |
| Fig 4 Principales tipos de contaminacion en el vertedero segun encuesta | 18 |
| Fig 5 Principales problemas del suelo en el vertedero segun encuestas | 19 |
| Fig 6 Instalaciones de la planta potabilizadora de Santiago | 20 |
| Fig 7 Principales tipos de contaminacion atmosferica en el vertedero segun encuesta | 20 |
| Fig 8 Principales tipos de vectores en el vertedero segun encuesta | 22 |
| Fig 9 Opinion de la poblacion respecto a la labor gubernamental segun encuesta | 26 |
| Fig 10 Principales problemas de la empresa encargada del servicio segun encuesta | 28 |
| Fig 11 Opinion de la poblacion sobre la gestion privada segun encuesta | 29 |
| Fig 12 principales soluciones a la problematica del vertedero segun encuesta | 30 |
| Fig 13 Modelo cartografico resumido del proceso de evaluacion multicriterio | 39 |
| Fig 14 Localizacion geografica del distrito de Santiago | 63 |
| Fig 15 Limites del distrito de Santiago | 64 |
| Fig 16 Division administrativa del distrito de Santiago | 65 |
| Fig 17 Mapa de relieve del distrito de Santiago | 68 |
| Fig 18 Mapa de precipitacion del distrito de Santiago | 70 |
| Fig 19 Mapa de temperatura del distrito de Santiago | 71 |

| | |
|---|-----|
| Fig 20 Direccion y frecuencia del viento estacion meteorologica de Santiago | 72 |
| Fig 21 Mapa de geologia del distrito de Santiago | 75 |
| Fig 22 Mapa de hidrografia del distrito de Santiago | 79 |
| Fig 23 Mapa de cobertura vegetal del distrito de Santiago | 80 |
| Fig 24 Mapa de capacidad agrológica de los suelos del distrito de Santiago | 82 |
| Fig 25 Mapa de zonas de vida del distrito de Santiago | 84 |
| Fig 26 Piramide poblacion del distrito de Santiago | 102 |
| Fig 27 Sectores de produccion segun porcentaje distrito de Santiago | 103 |
| Fig 28 Poblacion economicamente activa y no activa del distrito de Santiago | 104 |
| Fig 29 Ingreso de los hogares del distrito de Santiago | 106 |
| Fig 30 Grafica de ingreso de los hogares del distrito de Santiago | 107 |
| Fig 31 Composicion tipica de los desechos en Cerro Patacon | 123 |
| Fig 32 Esquema de una planta de reciclaje | 124 |
| Fig 33 Zona de recepcion de los desechos | 126 |
| Fig 34 Zona de seleccion manual de los desechos | 127 |
| Fig 35 Seleccion granulometrica de los residuos | 127 |
| Fig 36 Zona de prensado y embalaje | 128 |
| Fig 37 Area de almacenaje | 129 |
| Fig 38 Relleno sanitario de trinchera | 131 |
| Fig 39 Esquema de un relleno sanitario de trinchera | 131 |
| Fig 40 Relleno sanitario metodo de area | 132 |
| Fig 41 Relleno sanitario tipo area | 133 |
| Fig 42 Combinacion del metodo de trinchera y area | 133 |

| | |
|--|-----|
| Fig 43 Impermeabilización de la base de los residuos y filtros de gravilla para el drenaje de lixiviados | 134 |
| Fig 44 Esquema de construcción de un pozo de captura de biogas | 135 |
| Fig 45 Escala de asignación de juicios de valor | 140 |
| Fig 46 Matriz de comparación por pares | 140 |
| Fig 47 Cálculo del vector principal | 140 |
| Fig 48 Normalización de la tabla de comparación | 141 |
| Fig 49 Poblados del distrito de Santiago | 145 |
| Fig 50 Aplicación del comando buffer a 1 Km de poblados | 145 |
| Fig 51 Mapa buffer a poblados del distrito de Santiago | 146 |
| Fig 52 Aplicación de la herramienta edit | 147 |
| Fig 53 Aplicación de la herramienta assign | 147 |
| Fig 54 Mapa binario final de distancia a poblados | 148 |
| Fig 55 Mapa de hidrografía del distrito de Santiago | 149 |
| Fig 56 Mapa de buffer de distancia a hidrografía | 150 |
| Fig 57 Mapa binario final de distancia a hidrografía | 151 |
| Fig 58 Mapa de vías del distrito de Santiago | 152 |
| Fig 59 Mapa de buffer distancia a vías | 153 |
| Fig 60 Mapa binario final de distancia a vías | 154 |
| Fig 61 Mapa de fallas fracturas y buzamiento del distrito de Santiago | 155 |
| Fig 62 Mapa buffer de distancia a fallas y fracturas | 156 |
| Fig 63 Mapa binario final de distancia a fallas y fracturas | 157 |
| Fig 64 Mapa de áreas protegidas del distrito de Santiago | 158 |

| | |
|--|-----|
| Fig 65 Mapa binario final de distancia a areas protegida | 159 |
| Fig 66 Mapa binario final de limitantes para la evaluacion multicriterio | 160 |
| Fig 67 Cobertura vegetal del distrito de Santiago | 161 |
| Fig 68 Ponderacion de las categorias de cobertura vegetal | 163 |
| Fig 69 Aplicacion de la herramienta reclass | 164 |
| Fig 70 Mapa de cobertura vegetal ponderada | 164 |
| Fig 71 Utilizacion de la herramienta stretch | 165 |
| Fig 72 Mapa final de factor cobertura vegetal | 166 |
| Fig 73 Mapa de textura de los suelos | 167 |
| Fig 74 Ponderacion de la textura del suelo | 168 |
| Fig 75 Mapa final del factor textura de los suelos | 169 |
| Fig 76 Mapa de drenaje del distrito de Santiago | 170 |
| Fig 77 Ponderacion del factor drenaje de los suelos | 171 |
| Fig 78 Mapa de final del factor drenaje de los suelos | 172 |
| Fig 79 Mapa de curvas de nivel del distrito de Santiago | 173 |
| Fig 80 Mapa raster de modelo de elevacion digital | 174 |
| Fig 81 Mapa de pendiente en grados | 175 |
| Fig 82 Ponderacion del factor pendiente | 176 |
| Fig 83 Mapa fina del factor pendiente | 177 |
| Fig 84 Mapa de productividad de los acuíferos del distrito de Santiago | 178 |
| Fig 85 Ponderacion del factor productividad de los acuíferos | 179 |
| Fig 86 Mapa final del factor productividad de los acuíferos | 180 |
| Fig 87 Tipos de vias del distrito de Santiago | 182 |

| | |
|--|-----|
| Fig 88 Utilizacion del comando cost push | 183 |
| Fig 89 Mapa de costo de recorrido segun vias | 184 |
| Fig 90 Mapa de costo de recorrido final segun vias | 185 |
| Fig 91 Mapa de recorrido segun pendiente | 187 |
| Fig 92 Mapa de aspecto distrito de Santiago | 188 |
| Fig 93 Mapa de direccion de pendiente distrito de Santiago | 189 |
| Fig 94 Mapa de costo de recorrido segun pendiente | 190 |
| Fig 95 Mapa de costo de recorrido final segun pendiente | 191 |
| Fig 96 Mapa final del factor accesibilidad | 192 |
| Fig 97 Mapa de Poblados segun poblacion | 193 |
| Fig 98 Mapa de densidad de poblacion distrito de Santiago | 194 |
| Fig 99 Mapa de distancia de poblados distrito de Santiago | 195 |
| Fig 100 Mapa fuzzy de distancia de poblados | 196 |
| Fig 101 Mapa fuzzy de densidad de poblacion | 197 |
| Fig 102 Mapa final del factor densidad de poblacion | 198 |
| Fig 103 Mapa finales de factores para la evaluacion multicriterio | 199 |
| Fig 104 Ponderacion de los factores para la evaluacion multicriterio | 200 |
| Fig 105 Aplicacion de la herramienta MCE | 201 |
| Fig 106 Mapa de evaluacion multicriterio | 202 |
| Fig 107 Histograma de la evaluacion multicriterio | 202 |
| Fig 108 Aplicacion de la herramienta reclassif y valores geoestadisticos | 203 |
| Fig 109 Aplicacion de la herramienta raster to polygon | 203 |
| Fig 110 Mapa de los sitios segun valores geoestadisticos (en pixeles) | 204 |

| | |
|---|-----|
| Fig 111 Mapa de sitios preliminares con valores > a 185 pixeles y superficie > a 30 has | 206 |
| Fig 112 Mapa de sitios con distancia menor o igual a 100 m de las vias | 208 |
| Fig 113 Mapa de puntos de observacion y modelo de elevacion digital | 210 |
| Fig 114 Mapa de areas visible y no visibles desde los puntos de observacion | 211 |
| Fig 115 Areas visibles y no visibles del sitio 1 segun valores | 213 |
| Fig 116 Areas visibles y no visibles sitio 1 formato raster | 214 |
| Fig 117 Visibilidad del sitio 1 formato vectorial sitio | 215 |
| Fig 118 Mapa de modelo de elevacion digital fill | 216 |
| Fig 119 Mapa de flow direction | 217 |
| Fig 120 Mapa de flow accumulation | 218 |
| Fig 121 Utilizacion de la herramienta raster calculator | 219 |
| Fig 122 Mapa de flujo acumulado mayor a 100 m distrito de Santiago | 220 |
| Fig 123 Mapa de micro cuencas formato raster | 222 |
| Fig 124 Mapa de micro cuencas formato vectorial | 223 |
| Fig 125 Mapa de micro cuencas y flujo acumulado sitio 1 | 224 |
| Fig 126 Vista del sitio 1 | 229 |
| Fig 127 Vista de la vegetacion sitio 1 | 230 |
| Fig 128 Vista de via de tierra sitio 1 | 230 |
| Fig 129 Vista de quebrada en paso de via | 231 |
| Fig 130 Vista del relieve sitio 1 | 231 |
| Fig 131 Vista de la linea de transmision electrica | 232 |

INTRODUCCION

La motivacion para este trabajo investigativo obedece a la ausencia de un adecuado sistema de recoleccion tratamiento y disposicion de los residuos solidos urbanos en el distrito de Santiago

La inexistencia de una politica de gestion territorial y cultural de reciclaje es nula

Es un estudio de tipo descriptivo mediante la implementacion de la tecnologia de Sistemas de Informacion Geografica (SIG) y la Evaluacion Multicriterio(EMC)

Con el proposito de contribuir y aportar posibles soluciones a la problematica se ha establecido la propuesta compuesta de cinco capitulos el primero trata sobre el referente conceptual y metodologico

En el segundo capitulo se establece el referente teorico donde se presentan aspectos teoricos a traves de las actividades propuestas

El tercer capitulo presenta las caracteristicas biofisicas demograficas y economicas del distrito de Santiago

El cuarto capitulo se enfoca en la propuesta de la investigacion la cantidad de poblacion que forma parte del sistema de recoleccion y disposicion de residuos solidos urbanos la produccion de desechos la estimacion de aumento de produccion de desechos y de la poblacion el calculo del area para una planta de reciclaje y relleno sanitario

La integracion de los SIG y la EMC la comprobacion de la hipotesis los sitios preliminares y el sitio final

En el quinto capítulo se presentan los resultados las características de los sitios y la discusión de los resultados Y por último se muestran las conclusiones recomendaciones bibliografía y anexos

RESUMEN

La investigación realizada se fundamenta en la ausencia de un sitio óptimo para la disposición final y tratamiento de los residuos sólidos en el distrito de Santiago. El área actual no posee los requerimientos necesarios; esto se evidencia en la contaminación del suelo, atmosférica, hídrica, quemaduras, los olores desagradables, los residuos peligrosos, vectores y plagas, entre otros.

Se hace necesario la búsqueda de un espacio apto para el tratamiento de los desechos. El crecimiento poblacional, comercial y urbanístico generará diariamente basura provocando un ambiente contaminado.

En la actualidad no se cumple con el decreto 156 (2004) que establece las normas sanitarias para la aprobación de proyectos sobre la construcción y operación de rellenos sanitarios de seguridad y otras disposiciones.

La metodología utilizada se basó en la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica y la integración con Evaluación Multicriterio a través de la ponderación de ciertos factores y limitantes de tipo ambiental, social, económico y espacial, con el objetivo de encontrar un área con capacidad de acogida óptima para la ubicación de una planta de reciclaje y relleno sanitario, en la cual se pueda separar y almacenar los desechos de diferentes tipos de residuos orgánicos e inorgánicos para su reutilización.

y venta al mercado nacional e internacional y disponer en el relleno sanitario aquellos que no puedan ser reciclados

Los resultados de la investigacion beneficiaran a la poblacion del distrito de Santiago porque los desechos seran reciclados mientras que los restantes no reutilizables seran manejados y supervisados en un relleno sanitario a fin de controlar la contaminacion y afectacion a la salud humana

El trabajo servira de referencia a estudiantes investigadores instituciones publicas o privadas en la toma de decisiones y gestion del territorial en cuanto a la localizacion optima de cualquier tipo de infraestructuras o equipamiento tendientes a mejorar la calidad de vida de la poblacion

SUMMARY

The research was based on the absence of an optimal site for the final disposal and treatment of solid waste in the district of Santiago. The current area does not have the necessary requirements; this is evidenced in soil pollution, atmospheric water burning, unpleasant odors, hazardous waste, vectors and pests, among others.

It is necessary to search for a space suitable for the treatment of waste. Population commercial and urban growth will generate daily litter, causing a polluted environment.

At present, decree 156 (2004) Establishing sanitary regulations for the approval of projects on the construction and operation of sanitary landfills and other provisions is not complied with.

The methodology used was based on the application of Geographic Information Systems and the integration with Multicriteria Evaluation through the weighting of certain factors and limitations of environmental, social, economic and spatial type with the objective of finding an area with capacity for optimal reception for the location of a recycling plant and sanitary landfill in which the waste of different types of organic and inorganic waste can be separated and stored for reuse.

And sale to the national and international market and dispose in the landfill those that can not be recycled.

The results of the research will benefit the population of the district of Santiago because the waste will be recycled while the remaining non reusable will be managed and supervised in a landfill to control pollution and affect human health.

The work will serve as a reference for students researchers public or private institutions in decision making and territorial management as to the optimal location of any kind of infrastructure or equipment tending to improve the quality of life of the population

CAPITULO I REFERENTE CONCEPTUAL Y METODOLOGICO

1 Antecedentes de la investigacion

Se refiere a los estudios previos y tesis de grado relacionadas con el problema planteado es decir investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculacion con el problema en estudio Debe evitarse confundir los antecedentes de la investigacion con la historia del objeto de estudio en cuestion (Arias 1999 p 15)

La problematica sobre la carencia de espacios aptos para la disposicion de los residuos solidos no escapa a otras latitudes en diversos paises como España Mexico Ecuador Honduras Costa Rica se han realizado diversos estudios sobre lugares idoneos para la ubicacion de desechos solidos sean para vertederos rellenos sanitarios o plantas de reciclaje utilizando el Sistema de Informacion Geografica (SIG) y Evaluacion Multicriterio (EMC) Aplicando estas herramientas se han encontrado sitios que cumplen con criterios y limitaciones de tipo espacial social economico y ambiental integrando el SIG y EMC En un estudio realizado por Santos (2011) titulado *Localizacion de sitios adecuados para establecer un vertedero de residuos solidos urbanos en el Municipio del distrito Central de Honduras* determina las zonas o sitios ideales para instalar un relleno sanitario apoyado por diversas tecnicas y herramientas informaticas como los Sistemas de Informacion Geografica (SIG) aplicando tecnicas de Evaluacion Multicriterio (EMC)

En 2010 Rojas y Leon indica que

La ubicacion de sitios para tratar y disponer de manera adecuada los residuos solidos domiciliarios es un problema bastante complicado en cualquier parte del mundo ya que se deben integrar varios factores para reducir al minimo los impactos negativos que un proyecto de este tipo involucra Relacionado a este aspecto los Sistemas de Informacion Geografica se han convertido en herramientas esenciales en el ambito de la gestion y la ordenacion del territorio por su ayuda para el analisis modelizacion y prediccion de fenomenos con caracter espacial Su presencia en los procesos de toma de decisiones va unida a la utilizacion de procedimientos dirigidos a evaluar un numero de alternativas

condicionadas por diferentes criterios para la obtencion de uno o varios objetivos para lo que se esta utilizando tecnicas de Evaluacion Multicriterio como una herramienta orientada principalmente al manejo de la planificacion debido a que permite describir evaluar ordenar jerarquizar seleccionar o rechazar alternativas en base a una evaluacion de multiples criterios (p 1 2)

Rodriguez y Ceron (2012) exponen una iniciativa que reúne los primeros intentos de implementacion de una verdadera metodologia basada en la integracion de la Geomatica y las tecnicas de Evaluacion Multicriterio (EMC) con el fin de identificar geograficamente areas potenciales para la disposicion final de residuos solidos por lo cual el estudio se transformara en un instrumento derrotero para la planificacion y toma de decisiones de los diferentes organismos territoriales encargados de manejar los residuos solidos del pais

En nuestro pais se han realizado pocas investigaciones en este campo se puede citar el estudio preparado por Pineda (2009) donde diseña un modelo geomático con la integracion de los Sistemas de Informacion Geografica y el Analisis Multicriterio el objetivo fue determinar el lugar ideal para el establecimiento del vertedero municipal de Chitre

Pese a que no existe la experiencia de manejar los desechos solidos y la cultura del reciclaje existen en nuestro pais vertederos municipales y privados como el caso de Las Tablas Chitre David Penonome Santa Fe Atalaya Sona entre otros

Algunos de estos municipios han tenido problemas con la recoleccion de la basura y crisis en los vertederos lo que ha llevado a la realizacion de estudios sobre la reubicacion de los vertederos y la realizacion de mejoras para evitar la contaminacion

Los problemas relacionados con el vertedero de desechos solidos del municipio Santiago datan de los años ochenta cuando fue abierto el crematorio en el poblado de El Espino sin contar con una cerca perimetral que agravo la contaminacion debido a la carencia de un tratamiento adecuado para la disposicion final de los desechos

Varias administraciones alcaldicias han tratado de resolver el problema en primera instancia el municipio tuvo el control del sistema pero por la falta de recursos no pudo mantener el servicio de recoleccion y disposicion teniendo que firmar contratos con empresas privadas que tampoco han podido poner fin a la problematica de la basura

De 1980 a 1994 la administracion estuvo en manos del municipio de Santiago realizando la recoleccion ayudados de camiones luego paso a manos de la empresa Compañia de Recoleccion de Desechos Solidos (CREDESOL) la cual carecia de suficiente cantidad de camiones ni personal ademas de problemas por la una inadecuada disposicion de los desechos y la morosidad de los clientes cerro sus operaciones en el año 2007

De 2007 al 2009 estuvo bajo la administracion de la empresa Santiago Waste Management (SWM) tenia camiones compactadores y equipo para el manejo de los desechos en el vertedero sin embargo debido a problemas de administracion falta de coordinacion con el municipio y la deuda de los usuarios cerro sus operaciones En el año 2009 hasta el 2010 el municipio trato de llevar a cabo el servicio de recoleccion transporte y disposicion de los desechos pero no poseian camiones compactadores ni

personal para realizar una labor eficiente lo que provoco un descontento en la poblacion

Del año 2010 a la fecha (2016) el servicio de recoleccion transporte tratamiento y disposicion se encuentra bajo responsabilidad de la empresa Soluciones Ambientales de Cocle S A (SACOSA) que luego cambio su nombre a Soluciones Ambientales Comunitarias

La empresa SACOSA cuenta con camiones compactadores no obstante evidencian problemas mecanicos y no son suficientes para atender a la poblacion que contrata el servicio al cual se le suma la alta morosidad de algunos usuarios

El poblado de El Espino con 160 familias y comunidades aledañas han soportado a traves de los años problemas derivados del inadecuado servicio de recoleccion y disposicion final de los residuos solidos

La poblacion ha manifestado su molestia e inconformidad con las autoridades porque prometen mejorar la situacion en el vertedero y no cumplen Se han realizado huelgas y cierres parciales del vertedero puesto que no soportan los olores desagradables el humo toxico a causa de los incendios plagas y vectores como ratas mosquitos moscas desechos peligrosos anatomopatologicos infecciosos punzocortantes que pueden provocar heridas y enfermedades a la poblacion aunado a la contaminacion ambiental (suelo agua y aire) que de este tipo de vertederos pueden generar si no se cumple con el tratamiento y disposicion final establecidas en las normas sanitarias y ambientales

2. Localización y tamaño actual del vertedero municipal del distrito de Santiago.

El vertedero se encuentra ubicado en el corregimiento de Canto del Llano, en un terreno municipal del poblado El Espino; vía San Francisco en la parte oeste, a 4 Km. Se localiza aproximadamente a 11 Km de la ciudad de Santiago, “este cuenta con un área de 35 has + 2334.52 m²” (Mitre, 2012). (Véase fig. 1 y 2). De seguir con el sistema de disposición el vertedero, solo tendría vida útil para aproximadamente 8 años, por lo que se requiere una acción a largo plazo.



Fig. 1 Entrada al poblado El Espino.

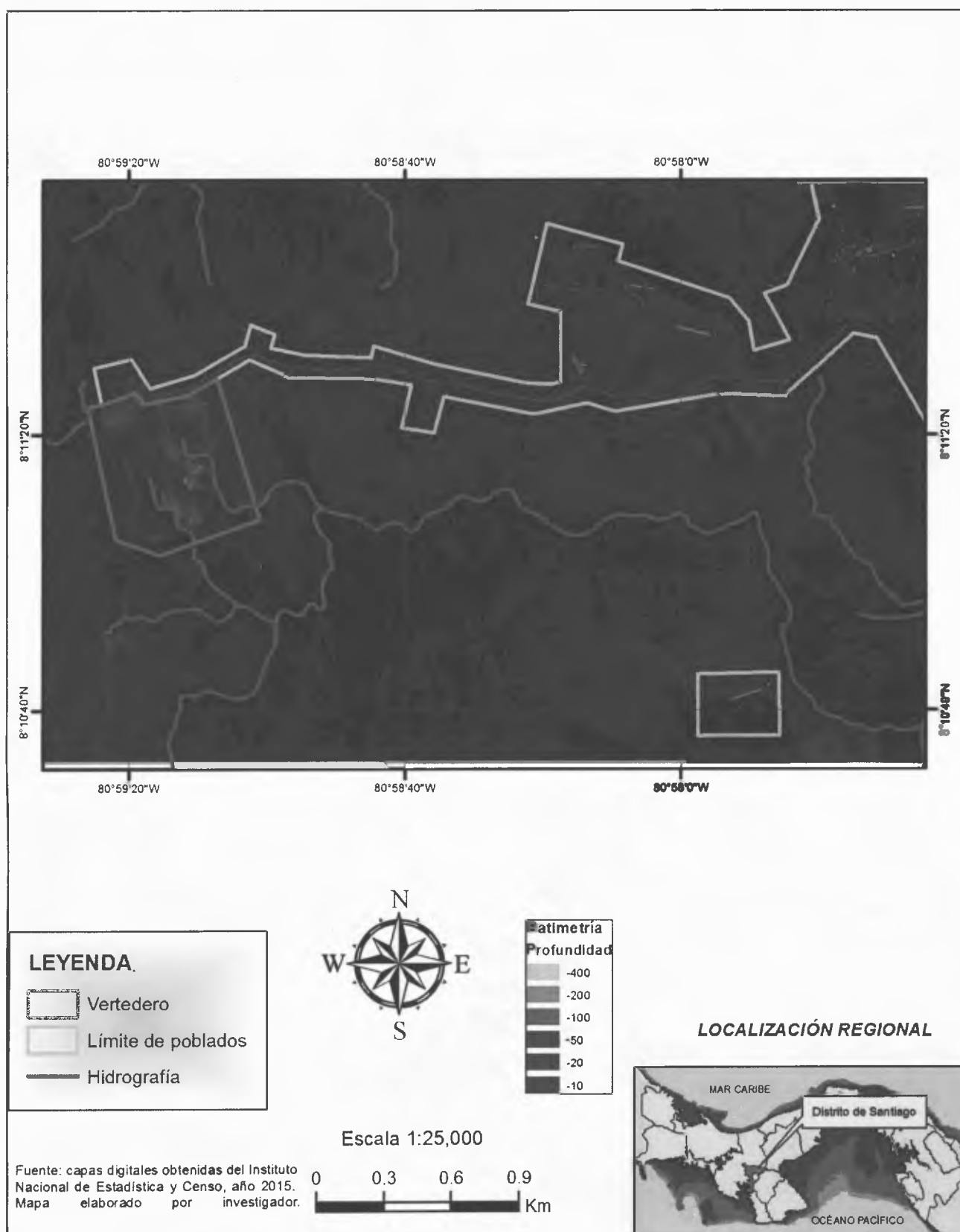


Fig. 2 Mapa de Localización del vertedero municipal del distrito de Santiago.

El vertedero municipal acoge los residuos solidos urbanos abarcando la mayoría de estas localidades y 10 de los 12 corregimientos del distrito de Santiago (Vease cuadro 1)

De los corregimientos que conforman el distrito de Santiago solo algunos poblados depositan sus desechos en el vertedero gracias a la cercanía de las áreas urbanas y semiurbanas a la ciudad de Santiago que es el principal generador de desechos. De recolectar en los demás poblados rurales la distancia sería mayor lo que ocasionaría un aumento en los costos de recolección y un alza en la tasa de pago.

Cuadro 1 Corregimientos que forman parte del sistema de recolección y disposición de residuos sólidos urbanos, distrito de Santiago (hasta el 15 octubre de 2015)

| Corregimiento | Disponibilidad del Servicio |
|------------------------|------------------------------------|
| Santiago cabecera | Cuenta con el servicio |
| Canto del Llano | Cuenta con el servicio |
| San Martín de Porres | Cuenta con el servicio |
| La Peña | Cuenta con el servicio |
| Los Algarrobos | Cuenta con el servicio |
| Edwin Fabrega | Cuenta con el servicio |
| La Colorada | Cuenta con el servicio |
| San Pedro del Espino | Cuenta con el servicio |
| Urraca | Cuenta con el servicio |
| Carlos Santana Ávila | Cuenta con el servicio |
| Ponuga | No cuenta con el servicio |
| La Raya de Santa María | No cuenta con el servicio |

Fuente: Empresa de Soluciones Comunitarias (SACOSA)

Los corregimientos de San Pedro El Espino, Urraca, Carlos Santana Ávila, La Raya de Santa María y la mayoría de los poblados de áreas semi urbanas y rurales de

los corregimientos de La Peña Edwin Fabrega Los Algarrobos y La Colorada no cuentan con un servicio de recoleccion debido a la distancia accesibilidad y a la firma del contrato de servicio con la empresa SACOSA recurriendo en la mayoria de los casos a metodos inadecuados para deshacerse de los desechos como la quema la acumulacion en pequeños pataconcitos Muchos desechos son arrojados a orillas de carreteras y a corrientes superficiales Se recurre a basureros improvisados aumentando con ello la contaminacion Se hace indispensable un sistema de recoleccion y disposicion acorde a las necesidades de la poblacion de tal forma que se vele por la proteccion de la salud y la conservacion de los recursos naturales

Los desechos de la municipalidad del distrito de San Francisco y Santa Fe tambien son depositados en el vertedero de Santiago Estos no cuentan con un lugar donde disponer la basura lo que provoca mayores inconvenientes debido a la falta de equipo y personal para el manejo de los residuos

En entrevista realizada al gerente de la empresa SACOSA Lic Isaac Rodriguez argumento que prefiere disponer de los desechos de estos municipios que no llegan al 5% del total de lo que genera la municipalidad de Santiago de tal forma que los vertederos de los municipios de Santa Fe y San Francisco tienen dificultad debido a la inadecuada ubicacion y disposicion de los desechos Estos pueden contaminar los afluentes del rio Santa Maria donde se abastece de agua potable a la poblacion santiagueña

La cantidad de usuarios residenciales industriales comerciales y gubernamentales del municipio de Santiago que forman parte del sistema de recoleccion y disposicion de residuos solidos es de 18 222 usuarios de los cuales el

89 59% del total de usuarios pertenece a los usuarios residenciales el 9 99% a los usuarios comerciales 0 39% a usuarios los gubernamentales y el 0 03% a los usuarios industriales (Vease cuadro 2 y fig 3)

4 Cantidad de desechos depositados en el vertedero

La poblacion que deposita los desechos en el vertedero produce aproximadamente 120 toneladas diarias en los meses de enero a octubre mientras que de noviembre a diciembre genera un aproximado de 130 toneladas debido a que en estos meses de fiestas patrias y navideñas se concibe una mayor cantidad de basura

Cuadro 2 Usuarios del sistema de recoleccion y disposicion de residuos solidos del municipio de Santiago, hasta el 17 de octubre de 2015

| Usuarios | Total | Porcentaje |
|-----------------|--------|------------|
| | 18 222 | 100 00 |
| Residenciales | 16 326 | 89 59 |
| Comerciales | 1 820 | 9 99 |
| Industriales | 5 | 0 03 |
| Gubernamentales | 71 | 0 39 |

Fuente Empresa de Soluciones Comunitarias (SACOSA)

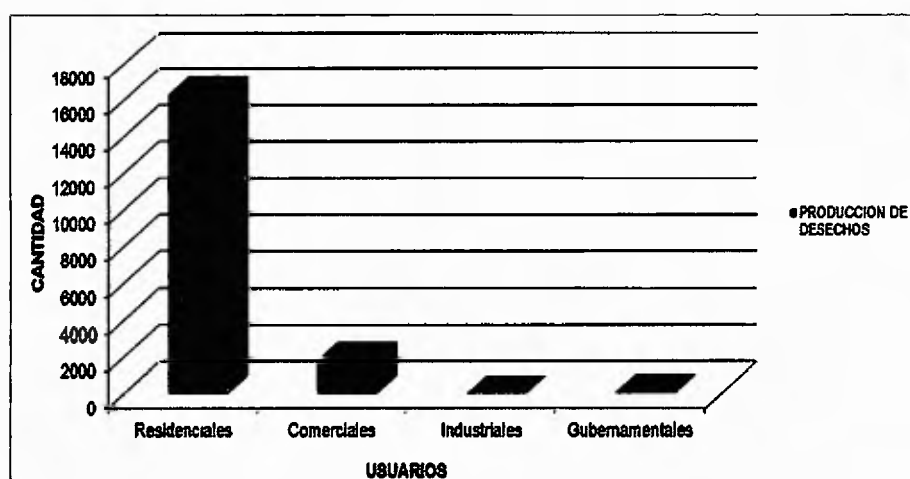


Fig 3 Grafica de cantidad de usuarios del sistema de recolección y disposición de residuos del municipio de Santiago

Fuente Empresa de Soluciones Comunitarias (SACOSA)

La producción total anual en toneladas métricas es de 38 081 67 que representa 121 666 67 Kg diarios y 38 081 666 67 Kg anuales. La producción promedio de desechos por usuario es de 6 68 Kg, una cifra que ha ido en incremento a través de los años como resultado del crecimiento urbanístico y comercial (Véase cuadro 3).

Es importante resaltar que los promedios son generales ya que incluye a todos los usuarios. Los industriales aportan la mayor cantidad, seguido de los usuarios comerciales, residenciales y gubernamentales.

Los desechos hospitalarios de la policlínica Horacio Díaz Gómez, Hospital Jesús Nazareno y clínicas son incluidos en los gubernamentales, que aun siendo peligrosos son depositados en el vertedero sin ningún tipo de segregación ni tratamiento, lo que se convierte en un peligro para la salud del personal de recolección y los 20 a 130 pepenadores que no tienen ningún tipo de seguridad al manipular dichos residuos.

Cuadro 3 Produccion de desechos, segun usuarios, municipio de Santiago, año 2015

| Toneladas (promedio) | | Kg (promedio) | | Usuarios | Kg por usuario (promedio) |
|----------------------|-------------------|------------------|----------------|-----------|------------------------------|
| Total, por dia | Total, por año | Total por dia | Total, por año | | |
| 121 67 | 38 081 67 | 121 666 67 | 38 081 666 67 | 18 222 00 | 6 68 |

Fuente Empresa de Soluciones Comunitarias (SACOSA)

5 Intento por la creacion de un relleno sanitario

En el año 2008 se construyo un relleno sanitario en un area de 7 00 has con un costo aproximado de medio millon de dolares que esta en desuso deteriorandose con el paso del tiempo y el que no ha sido utilizado desde hace 6 años

Los problemas en su implementacion surgen debido a diferencias entre el Ministerio de Salud y el municipio de Santiago ademas del descontento entre las autoridades santiagueñas porque el relleno sanitario no solo seria para la Provincia de Veraguas sino tambien a las Provincias de Herrera Cocle y Los Santos que tienen problemas con el manejo de la basura

Como lo expresa el ing Mitre (2012)

Debido a una serie de deficiencias que se encontraron la Contraloria General de la Republica no le habia dado el respectivo refrendo para que se pagara y se diera por finiquitada la obra (MINSA 2010) Sin embargo el refrendo de aprobacion del Contrato N 60 entre la Empresa SACOSA y la Alcaldia se da por medio de nota Num 711 leg del 11 de junio de 2010 y enviada al Sr Gonzalo Adames (Alcalde del distrito de Santiago) por parte de la Sra Contralora General de la Republica Gioconda de Bianchini con este la Empresa SACOSA debera prestar los servicios de barrido de calles recoleccion transporte y disposicion final de los residuos solidos en el actual Relleno Sanitario de Santiago Ahora bien esto todavia no se ha hecho efectivo ya que tanto la ANAM como el MINSA le han solicitado a la empresa un Plan de Manejo y Disposicion

Final de los Desechos para que pueda hacer uso de estas fosas especiales ya que actualmente todos los desechos se transportan y se disponen juntos sin ningun tipo de diferenciacion (p 13)

Segun el Lic Isaac Rodriguez gerente de la empresa SACOSA en el contrato N ° 60 por la cual la empresa SACOSA asumia el sistema de recoleccion transporte y disposicion acordaba que el municipio tenia la responsabilidad de entregar el relleno sanitario municipal para su utilizacion sin embargo no fue entregado por el Ministerio de Salud por la que tuvieron que seguir utilizando el vertedero municipal lo que agrava los problemas ambientales

La poblacion explica que el proyecto de relleno sanitario que se intento construir en los terrenos del vertedero municipal fue un fracaso debido a que los trabajos quedaron inconclusos por la mala administracion falta de coordinacion entre los gobiernos de turnos a diferencias politicas intereses personales y falta de presupuesto

Actualmente el relleno esta abandonado y segun los moradores la capa de membrana geotextil fue desvalijada por personas inescrupulosas al igual que las ventanas y puertas de las casetas La cerca perimetral de ciclon es usada por los gallinazos para posarse haciendo que se oxide

6 Principales afectaciones ambientales y sociales del vertedero

Los problemas en el vertedero de Santiago son multiples se derivan de una inadecuada localizacion y un deficiente sistema de disposicion de los desechos los que origina diversas molestias a la poblacion relacionadas con la sanidad y contaminacion ambiental

Para diagnosticar la problemática de manera objetiva se realizó una encuesta, basada en un muestreo aleatorio simple, en los poblados de El Espino y El Mirador. A continuación, se muestran los resultados.

6.1. Problemas ambientales.

En base a los resultados obtenidos por la encuesta, se determinó que los principales problemas del ambiente fueron la contaminación del agua, la contaminación del aire y la contaminación del suelo. (Véase fig. 4)

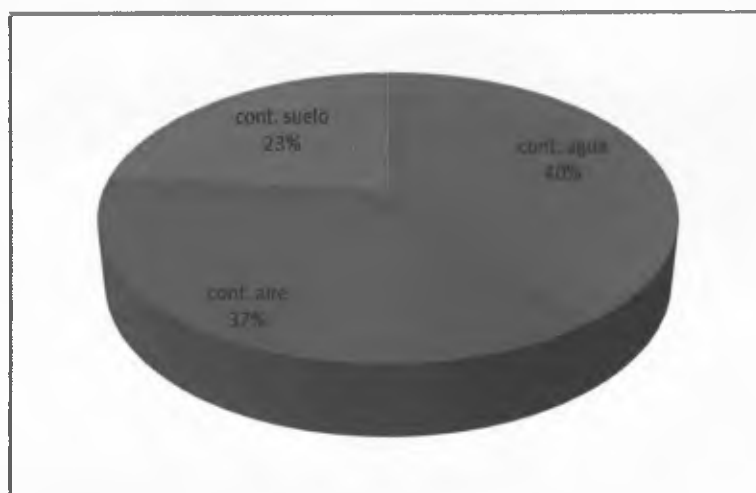


Fig. 4 Principales tipos de contaminación en el vertedero, según encuesta.

6.1.1. Contaminación del suelo.

Los datos obtenidos de la contaminación edáfica, indicaron que la compactación del suelo en el área del vertedero, la pérdida de la fertilidad a causa del drenaje de contaminantes y arrastre de los desechos en las inmediaciones de las fincas son los principales inconvenientes a los que tienen que hacer frente los dueños. (Véase fig. 5)

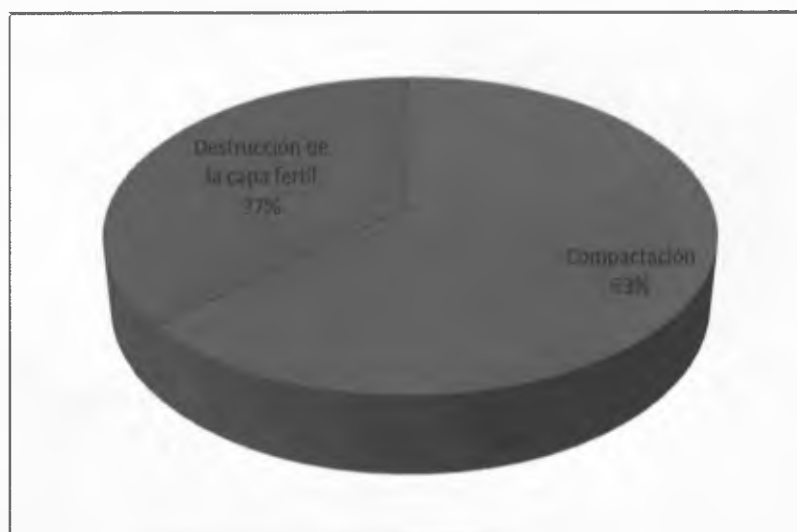


Fig. 5 Principales problemas del suelo en el vertedero, según encuestas.

6.1.2. Contaminación hídrica.

Es el problema más grave detectado en el poblado, ya que las fuentes de agua, tanto de ríos, como quebradas, se encuentran dentro de la cuenca del Río Santa María, cercano a la planta potabilizadora de Santiago que se encuentra vía San Francisco. (Véase fig. 6)

Los moradores están muy preocupados, porque el vertedero contamina la quebrada El Clavijo con llantas, tanques, botellas y otros; además de los residuos de la planta de alimentos cercana que procesa vísceras, plumas y otras partes de animales como cerdos y aves. Esta se une a la Quebrada La Palma, la cual es afluente del Río Santa María, de ahí la inquietud de la población por el alto nivel de contaminación de estas fuentes. Otras quebradas como: la quebrada Honda, quebrada De Piedra y El Balso son afectadas debido a la lixiviación y desechos arrastrados por la corriente.



Fig. 6 Instalaciones de la planta potabilizadora de Santiago.

6.1.3. Contaminación atmosférica.

Otra afectación presente en la comunidad de El Espino y El Mirador, son los olores desagradables provenientes del vertedero y de la planta procesadora de alimentos; también el humo tóxico que en la época seca se hace más intenso, debido a la quema de la basura y a la combustión espontánea del biogás acumulado a través de los años. (Véase fig. 7)

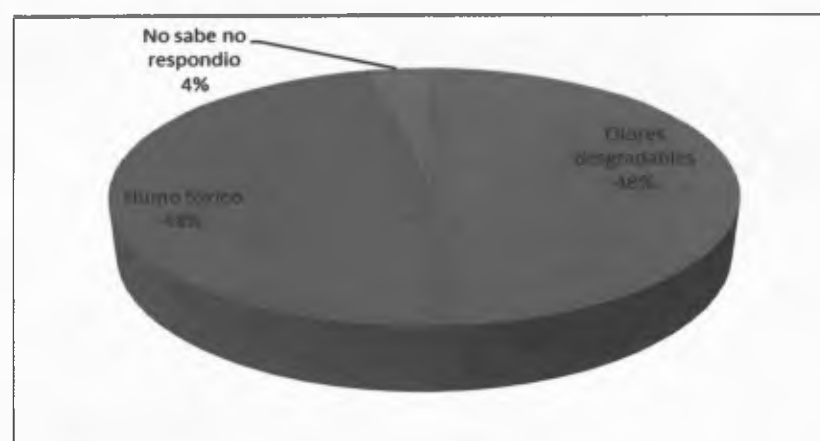


Fig. 7 Principales tipos de contaminación atmosférica en el vertedero, según encuesta.

6 2 Afectaciones sociales

Los tipos de contaminacion tratados anteriormente son el foco de una serie de problemas de salud en los residentes cercanos al vertedero y de otras molestias causadas por vectores y plagas

6 2 1 Salud

El asma la bronquitis asfixia intoxicacion y resfriados son las principales patologias atribuidas a la contaminacion del vertedero

Otras que afecciones atentan contra la salud son alergias en la piel y brotes dermatitis y la bacteria helicobacter pylori La enfermedad gastrointestinal mas comun atribuida a la contaminacion del agua es la diarrea

6 2 2 Vectores y plagas

Son molestias atraidas por la basura acumulada en el vertedero lo que provoca un incremento de moscas mosquitos cucarachas y ratones sin que se lleve a cabo un programa de fumigacion o saneamiento del area

Los mosquitos son otro flagelo que ataca a los ciudadanos debido a los cerros de desechos que impiden que el agua drene causando encharcamientos igual ocurre con las fosas de relleno abandonado que al llenarse de agua se convierten en criadores de este vector

Las moscas son la principal plaga contamina la comida de las familias y en ocasiones no se soportan a tal punto de no dejar a las personas alimentarse ni disfrutar de los mismos de forma agradable porque al tienen que estar matando moscas a cada rato Las cucharadas y los ratones se dan en algunas viviendas sobre

todo si en estas, no hay una limpieza dentro de la residencia ni del patio, permitiendo que estos se reproduzcan. (Véase fig. 8)

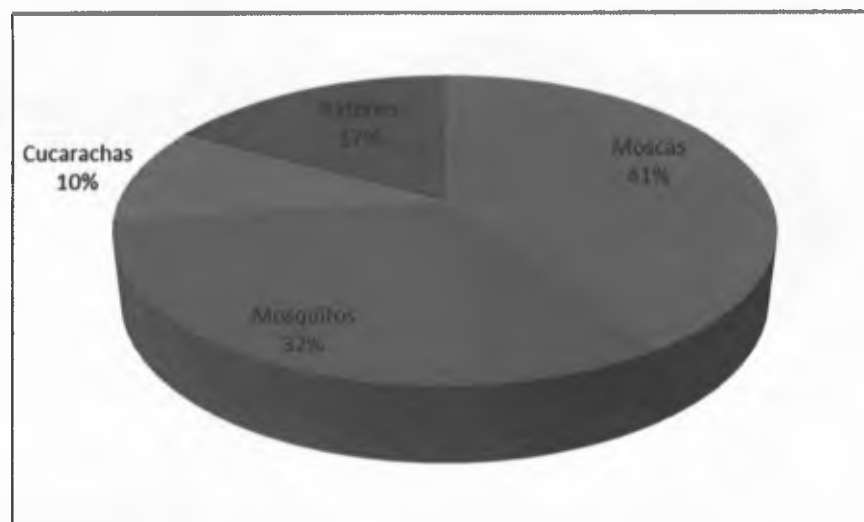


Fig. 8 Principales tipos de vectores en el vertedero, según encuesta.,

6.3. Daños en fincas cercanas.

El vertedero colinda con diferentes fincas privadas que se dedican a la ganadería, los terrenos están cubiertos de pastos naturales y mejorados.

Algunos de los propietarios de estas tierras han tenido pérdida de ganado, aproximadamente 25 cabezas, según los testimonios de los moradores, se debe a la falta de una cerca perimetral, el ganado en ocasiones traspasa las cuerdas de alambre y pastorea en áreas cubiertas de basura, ocasionando que estos rumiantes coman sacos, plásticos y otros desperdicios, que provoca que el sistema digestivo se obstruya ocasionándole la muerte.

Otro problema latente es la contaminación de las aguas superficiales, que con la lluvia llegan a las quebradas donde los animales beben, contaminando su sistema

digestivo Los potreros cercanos muchas veces se dejan de usar para evitar daños en las reses

7 Gestion local, gubernamental y privada ante la problematica asociada al vertedero

7.1 Gestion local

De acuerdo con el Artículo 236 de la Constitucion Politica modificada en 2004 articulo 236 el estado podra complementar la gestion municipal en casos de epidemia u otros motivos de interes general en la forma que determine la Ley aun en situaciones de emergencia sanitaria debidas por ejemplo a las interrupciones del servicio de recoleccion o el colapso de los vertederos a cielo abierto con potenciales afectaciones a la salud publica los municipios mantienen en forma exclusiva la competencia de proporcionar los servicios de aseo

Estos preceptos constitucionales se reafirman en la Ley Municipal El Artículo 17 inciso 14 de la Ley N° 106 de 8 de octubre de 1973 Sobre Regimen Municipal modificada por Ley 52 de 12 de diciembre de 1984 establece como una de las competencias exclusivas del Concejo Municipal *Establecer y reglamentar el servicio de aseo urbano y domiciliario de sus poblaciones y procurar los medios para el aprovechamiento de los desechos y residuos*

El municipio no ha cumplido su papel de acuerdo al sentir de la comunidad como autoridad encargada del manejo de los residuos no peligrosos En el poblado se han realizado multiples reuniones sin llegar a ningun tipo de acuerdo por solucionar la problematica del vertedero

7.2 Gestion gubernamental

7.2.1 El Ministerio del Ambiente

En 1998 mediante Ley N° 41 de 1 de julio de 1998 se creo la Autoridad Nacional del Ambiente como la entidad Autonoma Nacional rectora del Estado en materia de recursos naturales y del ambiente. Establece las estrategias, principios y lineamientos de la politica nacional del ambiente, la organizacion administrativa del Estado para la Gestion Ambiental, el alcance y características fundamentales de los instrumentos para dicha gestion, tambien las directrices para el establecimiento de politicas ambientales en los sectores claves y los criterios para la aplicacion de incentivos y sanciones.

La Ley General del Ambiente de la Republica de Panama en los articulos 57 al 61 se refiere a los residuos, reconociendo la competencia para regular la materia al MINSA. La funcion del Ministerio de Ambiente (antiguo ANAM) es apoyar al MINSA. El ente rector de los residuos solidos en el nivel gubernamental es el Ministerio de Salud.

Ministerio de Ambiente como institucion encargada de velar por la conservacion y proteccion de los recursos naturales, realizo una visita al vertedero y en el resumen hecho sobre la problematica ambiental explico que el vertedero municipal de residuos solidos del municipio de Santiago no cuenta con ningun instrumento de gestion ambiental, sea programa de Adecuacion y Manejo Ambiental o Estudio de Impacto Ambiental.

Indico que en el recorrido realizado por el servicio publico de diferentes entidades gubernamentales de la provincia se observo la presencia de aves carroñeras.

moscas y mosquitos en el area evidencias de que no se esta dando un manejo adecuado de los desechos porque que atrae a estos vectores y plagas debido a los malos olores y como consecuencia generara la proliferacion de agentes causantes de enfermedades a los habitantes de la comunidad

El Ministerio de Ambiente expresa que los restos organicos provenientes de mataderos de la localidad no cuentan con las medidas de seguridad ni sanidad adecuada puesto que las mismas son depositadas en fosas sin mallas impermeables esto ocasiona que los lixiviados lleguen hasta los cuerpos de aguas superficiales y manto acuíferos de los principales afluentes naturales del agua Asimismo las vias de acceso no cuentan con el mantenimiento adecuado en especial las cunetas y areas propensas a la erosion

7 2 2 Ministerio de Salud

El Decreto Ejecutivo N ° 111 de 23 de junio de 1999 establecio en forma expresa que a nivel nacional el MINSA es la autoridad encargada de normar promover evaluar y vigilar el manejo de los desechos solidos de los establecimientos de salud

El articulo 64 preceptua que las entidades hospitalarias son las encargadas del manejo externo de los desechos hospitalarios peligrosos asi como el hecho que las municipalidades y el Ministerio de Ambiente deben coordinar con la Autoridad de Salud y la Direccion de los establecimientos de salud las acciones para el manejo de los desechos solidos fuera de estos lugares

A partir de este momento se consolida el proceso que otorga al MINSA un rol predominante en la gestion de los residuos peligrosos (hospitalarios quimicos) y en

la aplicación de la normativa internacional ratificada por Panamá (Convenios de Estocolmo, Rotterdam, Basilea, Protocolo de Montreal, entre otros).

El Ministerio de Salud, mediante el departamento de Saneamiento Ambiental, también visitó el vertedero y evidenció el incorrecto sistema de disposición de los desechos, sobre todos aquellos peligrosos, que se manejan sin ningún tipo de segregación, ni normas de seguridad, ausencia de Planes para la Gestión Integral de los Desechos Sólidos Hospitalarios Peligrosos, poniendo en riesgo la vida de los pepenadores y funcionarios de la empresa que presta el servicio de recolección, transporte y disposición.

A pesar de la labor de las instituciones gubernamentales, existe un descontento en la población, según la encuesta aplicada a los moradores el papel de las instituciones ha sido deficiente, malo, regular y solo un 3.0% opina que bueno.

El malestar de los pobladores se debe, a que no se ha llevado a cabo ninguna acción con el objetivo de poner fin a la problemática, los residentes expresan que se sienten engañados, ya que llevan más de 15 años esperando respuestas a lo que se le atribuye su descontento. (Véase fig. 9)

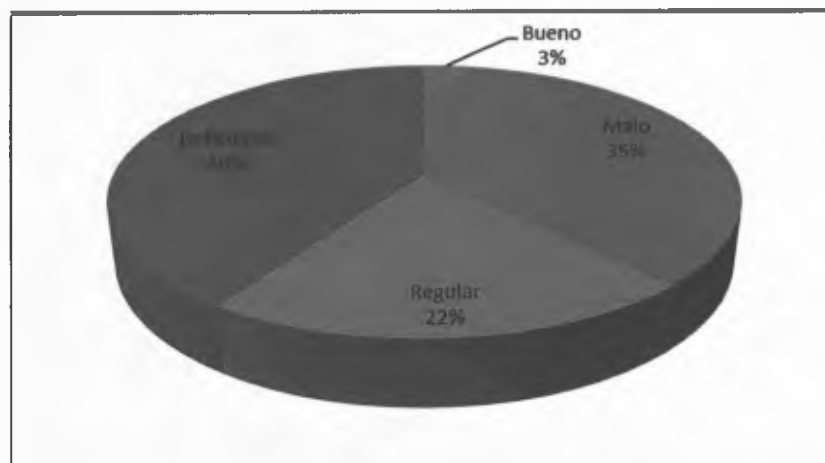


Fig. 9 Opinión de la población respecto a la labor gubernamental, según encuesta

7.3 Gestion privada

A partir de 2004 principalmente el manejo de los residuos fue regulado mediante Decretos Ejecutivos y Acuerdos Municipales de escasa aplicacion

Los Municipios manifestaron notorias deficiencias para dar solucion a los problemas de saneamiento ambiental obligando al Gobierno Central a emitir Decretos para atender problemas especificos o crear un marco general para la gestion de los residuos. Los principales Municipios han adoptado Acuerdos Municipales para formalizar Contratos de Concesion con operadores privados y tambien promover el pago de la tasa de aseo.

En ese sentido el contrato establecido por el municipio con la empresa privada para operar el sistema de recoleccion, transporte y disposicion de los residuos solidos se dio mediante el Aviso de Operacion N° 1239970-1-590909-2008-146865 y Dígito Verificador 20. Esta empresa se llama Soluciones Ambientales de Cocle S.A. con domicilio en Bella Vista de la ciudad de Panama y cuyo representante legal es el Sr. Jose Alberto Alvarez Valdes, cedula 8.769.1081. Esta empresa tiene sus oficinas administrativas en Santiago, en Calle Segunda, frente al Hotel Santiago. (Mitre 2012, p. 18)

El contrato es por un periodo de 20 años prorrogables, su gerente general es el Lic. Isaac Rodriguez y la empresa cambio su nombre a Soluciones Ambientales Comunitarias S.A. en el año 2015.

La empresa esta realizando su labor de recoleccion, pero como lo expresa su gerente, por muy eficiente que sea el manejo de los desechos, el hecho de ser un vertedero a cielo abierto genera incomodidades a la poblacion y contaminacion.

Sobre la gestión de la empresa privada, la población indica que los principales problemas se deben al sistema de disposición, expresan que la basura que llega solo es arrastrada y acumulada en áreas por un tractor, sin ningún tipo de tratamiento dejándola sobre la superficie; seguido de la falta de maquinaria que no es suficiente ni la adecuada; el sistema de recolección, que en algunas ocasiones deja caer bolsas de basura en la calle y lixiviados, aunado al mal estado de algunos de los camiones compactadores que poseen, no hacen la limpieza correspondiente. (Véase fig. 10)

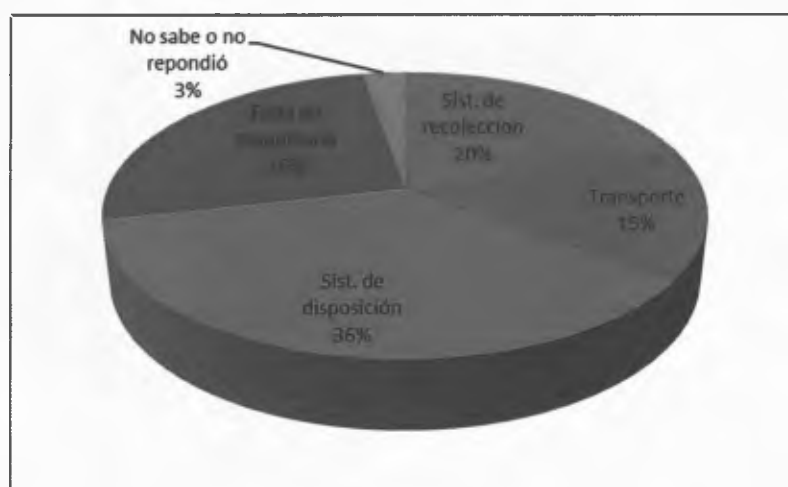


Fig. 10 Principales problemas de la empresa encargada del servicio según encuesta.

Se da una irregular recolección de la basura en el poblado El Espino, algunas veces deben pagar a personas para que recojan la basura y la llevan al vertedero, por su parte otras se deshacen enterrándola o mediante la quema; en el poblado El Mirador no se da el servicio, por lo que algunas viviendas proceden a enterrar y quemar la basura acumulada. (Véase fig. 11)

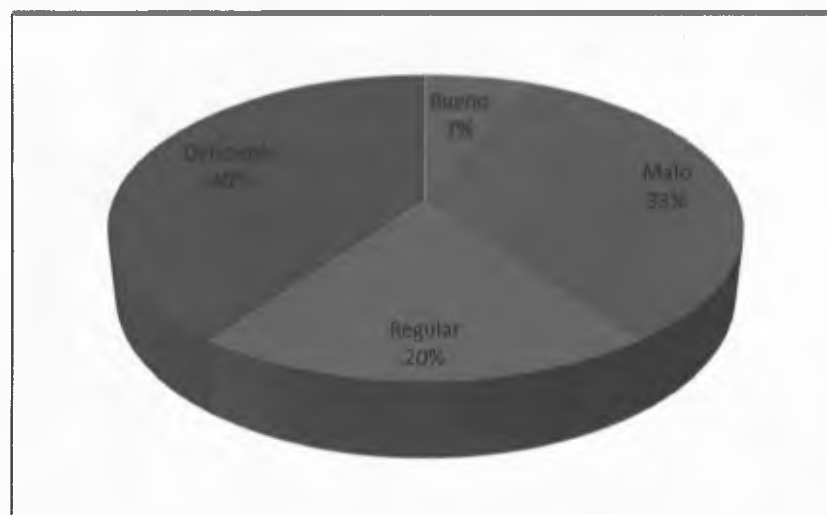


Fig. 11 Opinión de la población sobre la gestión privada, según encuesta

8. Opinión de la población del poblado El Espino y El Mirador ante la problemática del vertedero.

En la encuesta aplicada, se solicitó la opinión de la población, sobre la posible solución a la problemática, con una tendencia bien notoria, se solicitó la reubicación del vertedero, “anhelo de las comunidades”. (Véase fig. 12)

Hasta octubre del año 2015, los principales usuarios de la empresa SACOSA son los residenciales, comerciales, gubernamentales e industriales. Sin embargo, es importante en la población una cultura de reciclaje y conciencia ambiental, ya que también, somos parte del problema por la alta generación de basura en los hogares y las calles, nos importa poco si lo que desechamos lo arrojamos en los basureros o en la calle.

Es necesario que se incentive y divulgue el reciclaje en los hogares, escuelas e instituciones. Nuestro país debe establecer normas que castiguen aquellas personas

naturales o jurídicas que no le dan un manejo apropiado a los desechos que generan, en aras de propiciar un ambiente sano para las futuras generaciones.

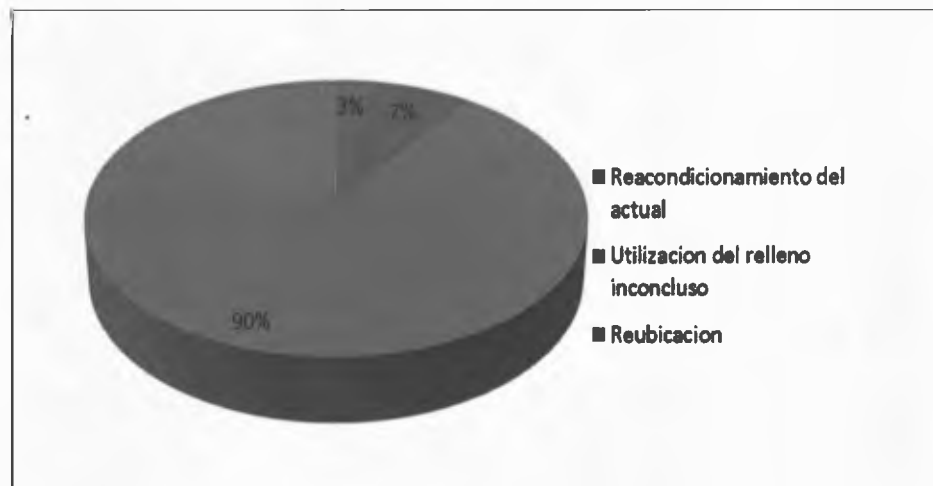


Fig. 12 principales soluciones a la problemática del vertedero, según encuesta.

9. Planteamiento del problema.

Soriano (2013) explica que:

En la práctica, la formulación del problema se inicia exponiendo en términos generales, a veces poco precisos, la cuestión que se pretende estudiar; a medida que se avanza en el proceso de investigación y se consultan datos empíricos y revisan diversas consideraciones teóricas y elementos históricos sobre el asunto, el problema empieza a plantearse en forma cada vez más clara y precisa. (p.69)

El problema de investigación es la falta de un área óptima para la disposición final y tratamiento de los desechos sólidos, que se generan en la municipalidad del distrito de Santiago, debido a que el sitio utilizado como vertedero en el poblado El Espino, corregimiento de Canto del Llano, distrito de Santiago provoca algunos problemas de salud a los residentes de las comunidades cercanas y atenta contra el derecho de vivir en un ambiente saludable y adecuado para la vida como lo establece la Ley N° 41, de 1 de julio de 1998.

Las afectaciones a la salud y el ambiente son multiples olores desagradables emanacion de humo toxico por las quemas constantes contaminacion de los acuíferos y corrientes superficiales cuyos afluentes desembocan en el rio Santa Maria de vital importancia para la region puesto que abastece de agua potable a la ciudad de Santiago y distritos adyacentes esto puede llegar a provocar un estado de emergencia a la poblacion afectada por la contaminacion del vital liquido

Estos problemas surgen debido a la falta de una politica de planificacion y ordenamiento del espacio territorial El municipio de Santiago no cuenta con un sitio adecuado para la disposicion de la basura se realiza un inadecuado tratamiento de los desechos solidos que se generan en la municipalidad Se incumplen algunas normas tecnicas establecidas por el Ministerio de Salud en el Decreto Ejecutivo № 156 de 28 de mayo de 2004 Que establece las normas sanitarias para la aprobacion de proyectos sobre la construccion y operacion de rellenos Sanitarios de seguridad y dicta otras disposiciones

Se asume que el crecimiento de la poblacion estimada segun cifras obtenidas del Instituto de Estadística y Censo de Panama (INEC) rapido calculado es de 12.5% de 2010 a 2020 comparado al año 2000 y 2010 que fue de 19.2% cabe mencionar tambien el auge urbanistico y comercial tambien trae consigo una alta produccion de basura con un promedio per capita de 1.2 Kg diarios de acuerdo a los datos obtenidos por la Empresa de Soluciones Ambientales Comunitarias SACOSA esta situacion se puede agudizar si no se toman los correctivos oportunos

Se destaca tambien la falta de conciencia de la poblacion que arroja los desperdicios en las calles rios y otros lugares creando focos de contaminacion

causada por la carencia de una cultura de reciclaje de los residuos que se generan en los hogares comercios instituciones y otras instalaciones que pueden ser reutilizados La situacion se hace mas dificil al no contar con un sitio adecuado para el manejo de los desechos solidos en el distrito paso obligado ubicado como esta en el centro del pais de corrientes migratorias desde la capital hacia el occidente y America Central principalmente

Es urgente la busqueda de un espacio apto para un nuevo sistema de disposicion final y tratamiento de los desechos (planta de reciclaje y relleno sanitario) mediante la utilizacion e integracion de los Sistemas de Informacion Geografica (SIG) y la metodologia de Evaluacion Multicriterio (EMC)

Por lo anterior expuesto se plantea la siguiente pregunta de investigacion

¿Existe en el distrito de Santiago un sitio apto para la construccion de una planta de reciclaje y relleno sanitario?

10 Objetivos de investigacion

El establecimiento de los objetivos es parte fundamental en cualquier estudio ya que son los puntos de referencia o señalamientos que guian el desarrollo de una investigacion y a cuyo logro se dirigen todos los esfuerzos Para plantear los objetivos es indispensable conocer con detalle que se pretende lograr a traves de la investigacion esto permitira fijar objetivos debidamente fundamentados y susceptibles de alcanzarse (Soriano 2013 p 81)

10.1 Objetivo general

- 1 Evaluar una propuesta para determinar el o los sitio(s) optimos para la ubicacion de una planta de reciclaje y relleno sanitario de los desechos solidos urbanos en el distrito de Santiago provincia de Veraguas mediante la

aplicacion de Sistemas de Informacion Geografica (SIG) y Evaluacion Multicriterio (EMC)

10 2 Objetivos especificos

- 1 Identificar los requerimientos tecnicos y legales para el establecimiento de una planta de reciclaje y de un relleno sanitario en el distrito de Santiago provincia de Veraguas
- 2 Ponderar los criterios para la ubicacion de una planta de reciclaje y relleno sanitario mediante la integracion de Sistemas de Informacion Geografica y la Evaluacion Multicriterio
- 3 Ubicar las areas optimas para la construccion de una planta de reciclaje y relleno sanitario mediante la integracion de Sistemas de Informacion Geografica y la Evaluacion Multicriterio
- 4 Analizar la utilidad de las diversas reglas de decision y su implementacion mediante los Sistemas de Informacion Geografica y Evaluacion Multicriterio para la seleccion de sitios

11 Justificacion e importancia

Arias (1999) indica que

En esta seccion deben señalarse las razones por las cuales se realiza la investigacion y sus posibles aportes desde el punto de vista teorico o practico Para su redaccion recomendamos responder las siguientes preguntas

¿Por que se hace la investigacion?

¿Cuales seran sus aportes?

¿A quienes pudiera beneficiar? (p 13)

La composicion de residuos esta estrechamente relacionada con el nivel de vida y la actividad economica de los municipios sean de produccion o de consumo en el

desarrollo de la industria y el comercio y que aun no han alcanzado un valor economico en el contexto en el que son producidas puesto que son afectadas de acuerdo con las condiciones de tiempo y el lugar

En los municipios se observa la falta de un control humano de recoleccion tratamiento y eliminacion de los diferentes tipos de desechos aumentando el riesgo de las enfermedades relacionadas con las vias respiratorias ademas de la emanacion de dioxido de carbono y metano que contribuyen al cambio climatico estas acciones producen un impacto negativo en el medio ambiente y por supuesto en la sociedad

Se ha desinado lugares especificos para la recoleccion de la basura pero por la falta de cultura y educacion de las personas son utilizados inapropiadamente causando de esta manera daños al ambiente

El estudio servira a estudiantes y profesores como referencia para futuros trabajos e investigaciones y a las instituciones para la toma de decisiones en cuanto a la planificacion y ordenamiento del territorio puesto que ofrece criterios y limitaciones en cuanto al uso potencial del suelo y al desarrollo sustentable y sostenido

El estudio contribuye a evitar que se contaminen los afluentes del rio Santa Maria que abastece a la ciudad de Santiago producto del lixiviado que pone en riesgo a la poblacion que consume este vital liquido

Es relevante en este estudio la preservacion y conservacion de ambiente que se ve afectado por la contaminacion del suelo debido a la destruccion directa y a la compactacion

La investigacion busca minimizar la afectacion que aqueja a los habitantes del poblado El Espino y areas vecinas debido a los malos olores el humo toxico y

residuos peligrosos pueden provocar enfermedades; de igual manera se desea aprovechar los diferentes tipos de desechos no peligrosos orgánicos (residuos de comida, jardinerías y otros) y los inorgánicos (plástico, papel, metal, vidrio, etc.), porque pueden reciclarse y utilizarse para el compostaje, además de tener un alto valor monetario para las empresas multinacionales que se encargan de su procesamiento.

Es necesario construir un relleno sanitario controlado para los desechos peligrosos que no puedan ser reciclados; los que presentan características de peligro (tóxicos, corrosivos, inflamables, reactivos, explosivos, citotóxicos); desechos infecciosos (cultivos de laboratorio, desechos de cirugía y autopsias de pacientes de salas de aislamiento o de la unidad de diálisis y desechos asociados con animales infectados); desechos farmacéuticos (medicamentos y producto similares una vez vencido, deteriorados, adulterados) entre otros. Después de ser debidamente tratados, se evitará la contaminación y la afectación en la salud.

12. Metodología.

Para Briones (1996), “El diseño metodológico o metodología de la investigación propuesta es la estrategia que se utilizará para cumplir con los objetivos de la investigación. En términos prácticos, tal estrategia está compuesta por una serie de decisiones, procedimientos y técnicas que cumplen funciones particulares” (p.25).

12.1 Diseño de investigación.

La investigación es no experimental, las variables se analizaron en su estado natural y es transaccional, puesto que se recolectan datos en un solo momento o tiempo único, año 2015.

Segun Sampieri et al (2010) La investigacion no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente las variables Es decir es la investigacion donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables (p 149)

12 2 Tipo de investigacion

La investigacion realizada es de tipo cualitativa y descriptiva que segun (Cerde 1998 citado en Bernal 2010)

Tradicionalmente se define la palabra describir como el acto de representar reproducir o figurar a personas animales o cosas y agrega Se deben describir aquellos aspectos mas caracteristicos distintivos y particulares de estas personas situaciones o cosas o sea aquellas propiedades que las hacen reconocibles a los ojos de los demas (p 113)

En el caso de la investigacion se describen diversas variables geograficas las cuales conforman factores y limitantes de tipo espacial ambiental economico y social mediante al analisis multicriterial

12 3 Las tecnicas utilizadas para la recoleccion de datos

Este proceso se procedera a la seleccion de los metodos la adecuacion de las tecnicas y el diseño de los instrumentos que permitan recolectar informacion valida y confiable para probar las hipotesis y obtener un conocimiento objetivo y completo del fenomeno que se investiga (Soriano 2013 p 198)

Las tecnicas de la encuesta con las graficas la entrevista la observacion directa diseño analisis de cuadros graficos estadisticos elaboracion e interpretacion de material cartografico fueron utilizados para la recoleccion de datos y sus resultados se plasmaron en graficas cuadros estadisticos y mapas

12.4 Procesamiento de los datos

Los datos procesados se obtuvieron mediante la creación de mapas temáticos de los criterios a utilizar la combinación booleana de mapa limitantes y el método de ponderación analítico jerárquico AHP en los mapas de factores. Posteriormente los mapas de factores se reclasificaron de acuerdo a los valores ponderados y se normalizaron en una escala continua con valores de 0 – 255 píxeles mientras que los mapas de limitantes booleanos con valores de 0 – 1 píxel (0 no apto y 1 apto).

El mapa final se obtuvo mediante la aplicación del módulo Overlay y Decision Support del programa Idrisi el cual utiliza la regla de decisión de suma lineal ponderada WLC según Preciado (1997). La toma de decisiones requiere de la existencia de una regla que oriente la evaluación del proceso un procedimiento lógico y/o matemático que permite comparar las alternativas entre sí con objeto de su ordenación de acuerdo a la capacidad mostrada para cumplir cada objetivo (p. 132).

La regla WLC permitió establecer los mapas de limitantes y de factores ponderados para obtener el mapa de capacidad de acogida final en valores normalizados de 0 – 255 píxeles donde los valores cercanos a 255 serán los más aptos y los cercanos a 0 los menos aptos para la actividad planteada.

Seguidamente mediante el resultado del mapa de evaluación multicriterio se procedió al análisis de los datos comprobación de la hipótesis selección de sitio final y discusión de los resultados.

También se utilizó el modelo cartográfico resumido que es muy importante proporciona una aproximación sistemática para definir la información necesaria y el

procedimiento de analisis para logarlo (Aronoff 1989 En Gomez y Barredo 2005 p 32)

El modelo cartografico indica el conjunto de operaciones en secuencia logica para el resolver problemas espaciales Para la Evaluacion Multicriterio el modelo se realizo con la ayuda del programa Edraw Max 5x (Vease fig 13)

Es importante recalcar que para la elaboracion de los mapas de evaluacion multicriterio se utilizo el programa Idrisi selva 17x porque posee una completa capacidad de analisis raster necesario para el modelo de evaluacion

Para la ponderacion de los criterios mediante la tecnica AHP se empleo el programa Expert Choice 11x por la facilidad y fiabilidad que posee al momento de establecer la valoracion de las diferentes alternativas mientras que los mapas de evaluacion final se crearon mediante el software Arcgis 10x

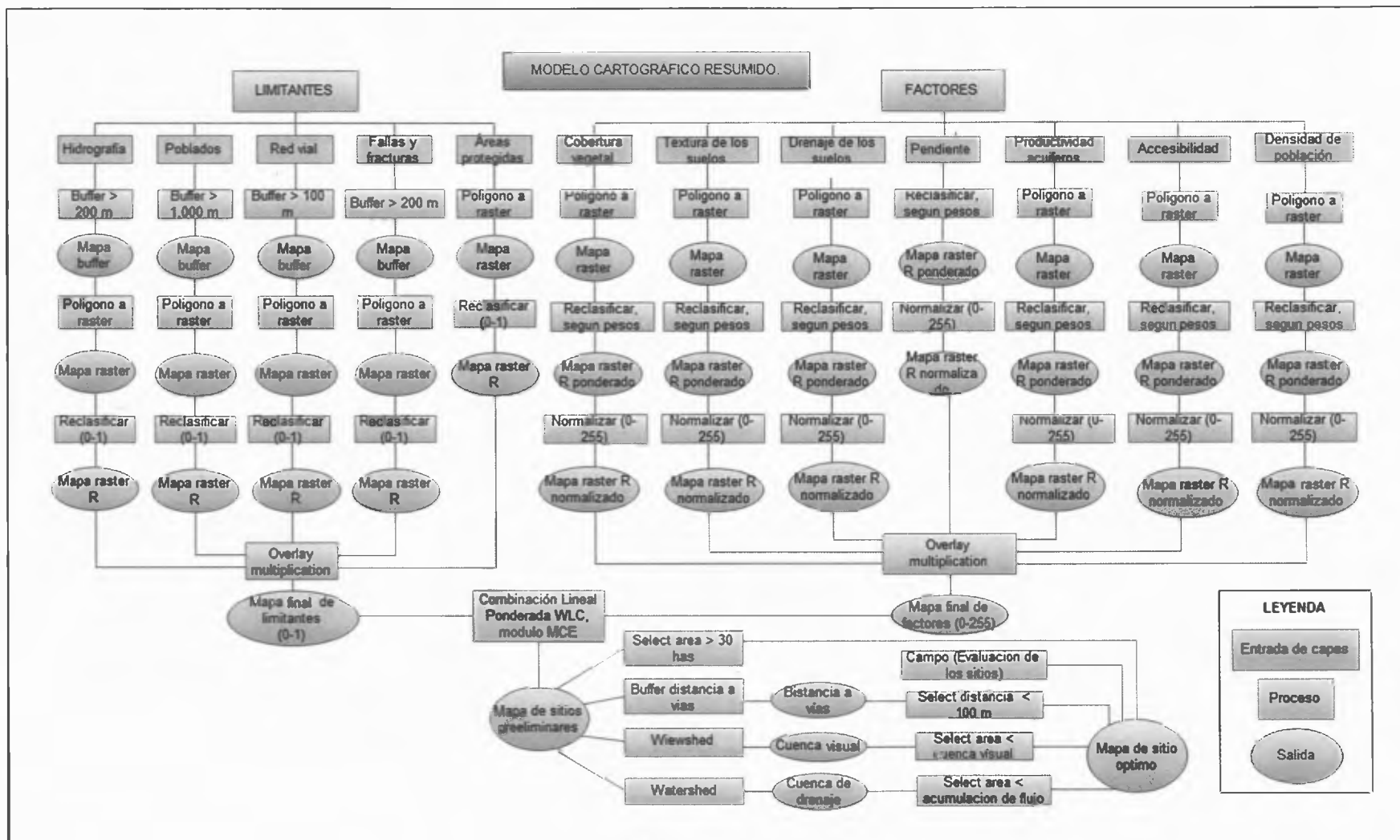


Fig. 13 Modelo cartográfico resumido del proceso de evaluación multicriterio.

Fuente: elaborado por investigador.

12.5 Metodología utilizada en los Sistemas de información geográfica

El objetivo principal de la investigación se logró a través de la metodología integrada por los Sistemas de Información Geográfica y la Evaluación Multicriterio. La misma consistió en la ubicación óptima de una planta de reciclaje y de un relleno sanitario. Se logró el análisis de diversas variables divididas en criterios (limitantes y factores) mediante una ponderación de las mismas de acuerdo a la importancia para seleccionar las alternativas que respondan a los criterios planteados.

Algunos autores resaltan la importancia de esta metodología. Tal es el caso de Bosques et al (1999) plantean el interés de establecer algún tipo de procedimiento que apoyándose en las nuevas tecnologías de la información geográfica permita determinar los lugares más adecuados para situar estos centros teniendo en cuenta dos hechos fundamentales: la minimización de los costos y de los problemas ambientales.

Frau et al (2005) expresan que los encargados de la planificación territorial se enfrentan a problemas de manejar cantidades de informaciones espaciales que les permitan cumplir las labores de forma oportuna y satisfactoria planteando una metodología basada en la integración de la Geomática y las Técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC) para obtener un modelo de capacidad de acogida que facilite la localización de sitios adecuados para albergar un relleno sanitario.

13 Hipotesis de trabajo

Una hipótesis científica es aquella formulación que se apoya en un sistema de conocimientos organizados y sistematizados (fundamentos teóricos y empíricos) en la que se establece una relación entre dos o más variables para explicar y predecir en la medida de lo posible los fenómenos que le interesan en caso de que se compruebe la relación establecida (Soriano 2013 p 149)

La hipótesis de trabajo es la siguiente

En el en el distrito de Santiago existe un sitio que cumple con los requerimientos mínimos para el establecimiento de una planta de reciclaje y relleno sanitario

Para la comprobación de la hipótesis de investigación se diseñó una hipótesis estadística tomando como referencia las investigaciones similares realizadas por algunos autores como Paz 2011 que indica que los valores por encima de la media 125 son considerados aptos y los valores debajo de la media 125 no aptos Rojas y Leon 2010 establecen que los valores mayores a 200 como los potencialmente aptos Franco y Bosque en Barredo y Delgado 2005 señalan valores mayores o iguales a 215 como aptos por su parte Ceron y Rodríguez 2012 indican que los sitios con valores mayores a 200 son áreas potenciales para la disposición final

Es relevante destacar que los valores utilizados en las imágenes raster están compuestos por 8 bits que según la ecuación 2^n (donde n es la profundidad de bit = 2^8) da como resultado 256 valores únicos que oscilan entre 0 y 255 bit o píxeles

Los valores 0 para el mínimo píxel y 255 para el máximo píxel esta escala también es llamada escala de bit ya que posee 255 bit

Los valores indicados por los autores son el resultado de la evaluación multicriterio y el mapa de capacidad de acogida que de acuerdo a los criterios y la ponderación utilizada arrojan valores mínimos y máximos en píxeles que indican los valores de adecuación del territorio para la ubicación de las actividades propuestas

Cuadro 4 Rangos máximos, mínimos y valores de los sitios aptos y no aptos en píxeles, citados por autores y propuestos

| Autores | Valor máximo (píxeles) | Valor mínimo (píxeles) | Sitios aptos (píxeles) | Sitios no aptos (píxeles) |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| Paz 2011 | 255 | 0 | >125 | < 125 |
| Rojas y Leon 2010 | 244 | 0 | >200 | <200 |
| Franco y Bosque en Gomez y Barredo 2005 | 225 | 0 | ≥215 | <215 |
| Rodriguez y Ceron 2012 | 247 | 0 | >200 | <200 |
| Propuesto, promedio de los citados | | | >185 | <185 |

Para la investigación se tomaron valores sobre los píxeles promedios propuestos por los autores citados los valores superiores a 185 píxeles son considerados con las condiciones mínimas para el establecimiento de una planta de reciclaje y relleno sanitario mientras que los valores menores a 185 píxeles considerados no aptos

Como la metodología EMC y SIG se basa en un análisis geoestadístico entonces el mapa final indicará los valores de adecuación o capacidad de acogida. Se plantea la hipótesis estadística de la siguiente forma

Hipótesis de investigación H_1 si la capacidad de acogida final es $>$ a 185 píxeles en el distrito de Santiago existe un sitio que cumpla con los requerimientos mínimos para el establecimiento de una planta de reciclaje y relleno sanitario

Hipótesis nula H_0 si la capacidad de acogida final es $<$ a 185 píxeles en el distrito de Santiago no existe un sitio que cumpla con los requerimientos mínimos para el establecimiento de una planta de reciclaje y relleno sanitario

CAPITULO II REFERENTE TEORICO

1 Referente teorico

Segun Bernal (2010)

El marco teorico se entendera aqui como la fundamentacion teorica dentro de la cual se enmarcara la investigacion que va a realizarse. Es decir es una presentacion de las principales escuelas, enfoques o teorias existentes sobre el tema objeto de estudio, en que se muestre el nivel del conocimiento en ese campo, los principales debates, resultados, instrumentos utilizados y demas aspectos pertinentes y relevantes sobre el tema de interes. (p 125)

Para la elaboracion del marco teorico y una mejor comprension se dividió en Sistemas de Informacion Geografica, procedimiento EMC, integracion SIG y EMC, fundamento legal y los problemas derivados de la ubicacion de los vertederos.

Con la nueva base de datos digital se han desarrollado metodologias para las localizaciones de vertederos, rellenos sanitarios y otras instalaciones mediante los Sistemas de Informacion Geografica.

El desarrollo de la tecnologia ha avanzado hacia la aplicacion del SIG como herramienta de analisis espacial por la capacidad de combinar datos vectoriales y raster con informacion cuantitativa, cualitativa y descriptiva de alto valor para la localizacion de actividades humanas como una planta de reciclaje y relleno sanitario.

Gracias a la automatizacion de programas como Arcgis 10x mediante la herramienta *Model builder* se pueden desarrollar modelos cartograficos permitiendo esquematizar los diversos parametros de entrada, funciones y salidas, realizar los cambios correspondientes al modelo y evaluar los resultados.

2 Sistemas de informacion geografica (SIG)

Los Sistemas de Informacion Geografica se definen como una tecnologia integradora que une varias disciplinas con el objetivo comun del analisis, creacion

adquisicion almacenamiento edicion transformacion visualizacion distribucion etc de informacion geografica (Goodchild 2000 En Gomez y Barredo 2005 p 1)

Los Sistemas de informacion Geografica se han convertido en una herramienta tecnologica muy potente para aquellos usuarios que tienen como objetivo el analisis y la gestion de informacion espacial de forma rapida y eficaz

Uno de los autores que ha tratado en diversas ocasiones la metodologia de SIG y EMC es Sendra (1996) el cual explica la importancia de los SIG debido a su capacidad de analizar los datos geograficos que definen el problema a tratar y a resolver con la planificacion territorial y ambiental ademas expresa que facilitan la cartografia de los diferentes aspectos que inciden en la cuestion a conocer permiten mediante la superposicion y otras formas de manipulacion de la informacion combinar datos y observar algunas de sus interrelaciones

Estos procesos son la base para el manejo de los softwares de Sistemas de Informacion Geografica basados en la entrada de datos con un sistema espacial definido que permite la manipulacion y el analisis de variables geograficos para obtener la salida de los diversos mapas tematicos que son utilizados en la investigacion

Existen otras definiciones sobre los Sistemas de Informacion Geografica sin embargo una de las mas completas es la planteada por la National Center for Geographic Information Systems debido al consenso de diversos especialistas en la materia definiendolo como sistema de hardware software y procedimientos elaborados para facilitar la obtencion gestion manipulacion analisis modelado representacion y salida de datos espacialmente referenciados para la resolver

problemas complejos de planificación y gestión (NCGIA National Center for Geographic Information Systems and Analysis 1998 En Gomez y Barredo 2005 p 2)

Las citas anteriores tienen en común algunos elementos como el dato espacial el cual lo distingue de otra base de datos porque posee un sistema de coordenadas y características temáticas que es la base para operación de un SIG

También estas citas hacen referencia al hardware la parte física del ordenador y al software los programas de aplicación los datos y el recurso humano encargado del diseño para que la implementación del SIG en la investigación sea el correcto de lo contrario los resultados no estarán acorde a la realidad geográfica que se estudia

Sendra (1997) indica que la transformación y análisis de datos es la función más importante y característica de un SIG dentro de ellas la combinación reclasificación superposición y otras aplicaciones sobre las capas de datos espaciales que permiten desarrollar un modelado espacial permitiendo solucionar problemas reales planteados originalmente

Algunas herramientas fundamentales para el desarrollo de la investigación son la reclasificación la combinación y superposición ponderada de capas temáticas de acuerdo a los criterios utilizados en la búsqueda de un sitio adecuado para ubicar una planta de reciclaje y relleno sanitario

2.1 Modelo vectorial

En el sistema vectorial para la descripción de los objetos geográficos se utilizan vectores utilizando una notación explícita por medio de coordenadas que se corresponden con el/los puntos/s que definen espacialmente a cada una de las

entidades (Gonzalez et al 2012 p 39) Las principales formas vectoriales son los puntos las lineas y los poligonos

Para el analisis vectorial se utilizaron ciertas herramientas de geoprocasamiento como

Buffer o area de influencia permite establecer perimetros a cierta distancia establecida *clip o recorte* permite recortar cualquier capa de tipo vectorial en base a una capa base *dissolve o disolver* permite simplificar los elementos geograficos de la capa de entrada asi como los registros de su tabla de atributos unificando elementos que presentan la misma propiedad *merge o fusion* permite la union de dos capas por contiguidad generando una nueva capa que comprende los elementos geograficos de ambas capas de entrada *union* combina los elementos de una capa poligonal de entrada con los poligonos de una capa superpuesta a la primera

2.2 Modelo raster

Gonzalez et al (2012) define el modelo raster de la siguiente forma

El modelo raster divide el espacio en una serie de celdas regulares (cuadrados generalmente) en forma de filas y columnas Este modelo codifica el interior de los objetos geograficos registrando de forma implicita la frontera de los mismos

Cada celda de esa matriz o malla se llama tambien pixel

La resolucion geometrica del modelo SIG va a depender del tamaño de estas celdas cuanto mas pequeño sea el pixel mas precisa va a ser la definicion digital de los elementos geograficos que representan (p 41)

Para el analisis raster se aplicaron ciertas herramientas de analisis espacial como

Reclass o reclasificacion permite remplazar valores basandose en informacion nueva y agrupar determinados valores *overlay o superposicion* permite superponer diversas capas *surface o superficie* permite el calculo de la pendiente las

orientaciones la cuenca visual el sombreado y otros *map algebra o algebra de mapas* mediante la calculadora raster permite realizar diversas operaciones con capas raster de entrada para producir una o mas capas raster de salida *hidrology o hidrologia* permite la delimitacion de las cuencas subcuencas etc *distance o distancia* permite el calculo de la distancia euclidiana costo de distancia entre otros

2.3 Base de datos

Olaya (2011) la define como

Entendemos como Base de Datos un conjunto de datos estructurado y almacenado de forma sistemática con objeto de facilitar su posterior utilización. Una base de datos puede por tanto constituirse con cualquier tipo de datos incluyendo los de tipo puramente espacial (geometrias etc) tales como los que se utilizan en un SIG así como por supuesto datos numéricos y alfanuméricos como los que constituyen la componente temática de la información geoespacial (p 182)

3 Procedimiento de Evaluación Multicriterio (EMC)

Jimenez y Ocaña s f explican que una aplicación como esta que parte de confrontar criterios distintos y fácilmente en conflicto invita a que se le aborde mediante técnicas de evaluación multicriterio que en síntesis constituyen un modelo de evaluación que afronta el problema de la preferencia o la selección (la valoración en suma) entre un conjunto de alternativas reales en presencia de criterios diversos delimitados entre sí (p 1512 1513)

Gomez y Barredo (2005) definen la Evaluación Multicriterio como la evaluación multicriterio puede definirse como un conjunto de técnicas orientadas a asistir los procesos de toma de decisión (p 43)

Mundo de conceptos aproximaciones modelos y métodos para auxiliar a los centros decisores a describir evaluar ordenar jerarquizar seleccionar o rechazar objetos en base a una evaluación (expresada por puntuaciones valores o intensidades

de preferencia) de acuerdo a varios criterios (Colson y De Bruin 1989 En en Gomez y Barredo 2005)

Gonzalez Freire Morente y Asensio (2012) explica que

La evaluacion multicriterio consiste en la evaluacion de las alternativas para optar por la que mejor satisface las condiciones establecidas todas han de ser evaluadas y ordenadas segun su grado de adecuacion Es una herramienta muy potente en la toma de decisiones en el campo de la planificacion

Los elementos que componen cualquier EMC la decision (alternativa elegida) las alternativas (soluciones posibles al problema planteado) y los criterios (condicionantes que deben cumplir las soluciones) Estos ultimos puede ser factores (cuantitativos u ordinales) o restricciones (siempre binarias si/no) y se les puede ponderar asignandoles pesos en funcion de la importancia que les da la persona que tomara las decisiones Los criterios se combinan segun las llamadas reglas de decision (p 118)

Todos los autores coinciden en los aspectos basicos para llevar a cabo una Evaluacion Multicriterio partiendo de ciertos criterios que son ponderados estos son combinados mediante reglas de decision obteniendo alternativas para luego evaluar cual de ellas es la que se aproxima al objetivo propuesto

Sendra y Franco (1999) plantean que

El proceso de evaluacion multicriterio se divide en cinco fases Estructuracion que corresponde a la especificacion de factores y limitantes sobre los que se basara el analisis de acuerdo con los objetivos planteados Estandarizacion de los criterios se refiere a la transformacion de los valores de cada uno de los factores a unidades que puedan ser comparables entre si Este valor estara en funcion del costo o beneficio que se adopte para ese factor y puede ser de tipo lineal y no lineal Ponderacion peso o importancia que va tener cada factor dentro del proceso de analisis Obtencion de alternativas las areas con las condiciones mas optimas y analisis de sensibilidad para determinar el grado de confianza de los resultados (p 100)

La metodologia por utilizar para el estudio despues de revisar diversas investigaciones son las planteadas por Sendra y Garcia (2000) ya que plantean de forma clara los pasos a seguir para realizar en la Evaluacion Multicriterio (EMC) sin

embargo se realizaran algunas modificaciones para adaptarlo a la realidad geografica de nuestro pais

Existen diversos procedimientos para establecer esta valoracion cuantitativa de la aptitud y el impacto en se puede encontrar una lista de muchos de ellos Uno de los mas empleados es el denominado Comparacion entre pares de categorias formulado por Saaty () De esta manera se asigna un conjunto de valoraciones de aptitud o de impacto a cada punto del territorio en funcion de los distintos factores (Malczewski 1999 En Sendra y Garcia 2000 p 58)

El siguiente paso es combinar los criterios para hallar un unico valor de aptitud y un unico valor de impacto para cada punto del territorio para ello se realiza una evaluacion multicriterio y monoobjetivo En este caso es posible emplear alguna regla de decision que permita combinar las valoraciones realizadas por los distintos factores y restricciones en un unico valor entre estas reglas podemos mencionar dos a) La suma lineal (ponderada) y b) El analisis del punto ideal (Barredo 1996 Barba y Pomerol 1997 En Sendra y Garcia 2000 p 58)

Los criterios analizados (factores y limitantes) son ponderados mediante el metodo denominado Proceso Analitico Jerarquico (Analytical Hierarchy Process AHP) desarrollado por Saaty 1990 (Celemin 2014 p 48) Una vez ponderados se procede a la Evaluacion Multicriterio mediante reglas de decision en el caso de la investigacion la combinacion lineal ponderada

Establecidos los mapas de aptitud y de impacto se puede pasar a la obtencion del valor de capacidad de acogida de cada uso para ello se combinan los valores de aptitud e impacto anteriores realizando una nueva evaluacion multicriterio y monoobjetivo En ella es posible volver a utilizar cualquiera de las dos reglas de decision antes mencionadas Suma lineal ponderada y analisis del punto ideal Con esto se ha generado un mapa de capacidad de acogida para cada uso del suelo en dicho mapa cada punto del territorio contiene una puntuacion cuantitativa de la capacidad que ese punto tiene de recibir ese uso del suelo concreto Ahora se puede proceder finalmente a la asignacion optima de una unica actividad/uso del suelo a cada punto del territorio partiendo de los mapas de capacidad de acogida para cada actividad obtenidos en la fase anterior (Sendra y Garcia 2000 pp 58 59)

Una vez realizada la superposicion ponderada da como resultado mapas de aptitud cada mapa del terreno posee una puntuacion cuantitativa en funcion de la importancia

para acoger dicha actividad (planta de reciclaje y relleno sanitario) obteniendo varias alternativas o áreas luego las alternativas son evaluadas para seleccionar el sitio optimo

3 1 Criterios

Son las diversas variables geograficas seleccionadas para el analisis multicriterio generalmente se dividen en factores y restricciones o limitaciones

3 2 Factores

Variables que se caracterizan por tener un formato numerico o categorico se ponderan de acuerdo al orden de importancia que le atribuye el especialista o investigador

Ejemplo en el caso de la pendiente las zonas llanas tendran un mayor peso que las de pendientes fuertes

Cuadro 5 Pendiente en grado y tipo de pendiente

| Pendiente en grados (°) | Tipo de pendiente |
|-------------------------|----------------------------------|
| 0 2 | Pendiente llana |
| 2 5 | Pendiente suave |
| 5 15 | Pendiente moderada |
| 15 25 | Pendiente fuerte |
| 25 35 | pendiente muy fuerte |
| > 35 | Pendiente subvertical a vertical |

Fuente Cano M Tomas R Delgado J Cañaveras J C Estévez A Pina J A Pina (2004) *Aplicacion del SMR para la evaluacion de estabilidad de taludes rocosos mediante Sistemas de Informacion Geografica* En Universidad de Murcia departamento de Geografia Territorio y Medio Ambiente Metodos Cuantitativos y Tecnicas de Informacion Geografica (p 63)

3 3 Restricciones o limitantes

Son las variables geograficas dadas en formato binario (0 areas no aptas y 1 areas aptas) se caracterizan por ser restrictivas solo con dos opciones de eleccion o decision

Las limitantes indican si el atributo de la variable o capa cumple o no con el criterio planteado sobre todo en funcion de areas de influencia o distancias

3 4 Metodo de jerarquias analiticas AHP

Basado en el metodo de Comparacion por pares de Saaty (1980) Con este procedimiento se establece una matriz cuadrada en cuyas filas y columnas esta definido el numero de atributos de las variables (clases) a ponderar El resultado es una matriz de comparacion entre pares de clases en la que se observa la importancia de cada una de ellas sobre cada una de los demas (a_{ij}) posteriormente se determina el eigenvector principal que representa el orden de prioridad de los factores y establece los pesos (w_{ij}) proporcionando una medida cuantitativa de la consistencia de los juicios de valor entre pares de factores (Saaty 1980 En Jimenez y Ocaña s f p 1519)

4 Integracion SIG y EMC

La utilizacion de los Sistemas de informacion Geografica y los Metodos de Evaluacion Multicriterio requiere de una serie de procesos que se explican a continuacion

- 1 Determinacion de un primer conjunto de soluciones al problema de localizacion mediante Tecnicas de Evaluacion Multicriterio (EMC) dentro del Ambiente de los Sistemas de Informacion Geografica (SIG) Para ello se requiere de la consideracion de criterios englobados en aspectos ambientales y socioeconomicos de donde se derivan la aptitud y limitaciones que es necesario tener en cuenta para la obtencion final de los modelos
- 2 Obtencion de soluciones mas detalladas y precisas mediante la aplicacion de los modelos de localizacion asignacion
- 3 Aplicacion de Tecnicas de Evaluacion Multicriterio (EMC) para diferencias entre los lugares candidatos y posterior seleccion de los mas adecuados (Sendra y Garcia 1992 p 62)

Jimenez y Castaño (2010) expresan que

Para investigar el numero de alternativas y facilitar la toma de decisiones se utilizan combinadamente con SIG los metodos de evaluacion multicriterio (EMC) y multiobjetivo (EMO) Las ventajas de utilizar estas tecnicas combinadamente con SIG se situan en poder resolver con todo rigor la interrelacion de las diversas variables del territorio Un atributo cualquiera contenido en cada una de las capas de informacion de un SIG pueden ser dentro de el ponderados como un factor positivo o negativo para un determinado objetivo Y puede igualmente ser valorado en conjuncion con otros y en funcion de ello contrarrestado potenciado o anulado (p 468)

La integracion de SIG y EMC es fundamental puesto que permite definir el grado de capacidad o aptitud que presenta un determinado territorio para una acoger una actividad especifica en funcion de normas o requerimientos evitando en la menor medida impactos negativos sobre el medio

Los Sistemas de Informacion Geografica actuales poseen diversas herramientas que permiten realizar la Evaluacion Multicriterio debido a que es de gran importancia una correcta decision espacial para la localizacion de infraestructuras o equipamientos gestion de recursos naturales estudios ambientales y la ordenacion territorial

5 Actividades y conceptos inherentes de la propuesta

5 1 Relleno sanitario

Lugar en que se aplica la tecnica de disposicion de residuos y desechos peligrosos en el suelo atendiendo tecnicas sanitarias y de ingenieria adecuadas y con un control exhaustivo de la seguridad para evitar daños o riesgos a la salud humana y el minimo impacto ambiental (Decreto ejecutivo N° 156 2004)

5 2 Vertedero de residuos

Sitio sin preparacion previa ni control adecuado para proteger la salud de las personas y ambiente donde se depositan los residuos (Decreto ejecutivo 156 2004)

5 3 Planta de reciclaje

La instalacion tiene como objetivo seleccionar y separar los diversos desechos que pueden ser reutilizados para su tratamiento almacenaje y comercializacion

5 4 Compostaje

Reciclaje de desechos organicos (hojas ramas restos de comida estiercol entro otros) que mediante un proceso controlado anaerobio produce abono organico denominado compost

5 5 Desecho o residuo

Material que resulta de las actividades humanas que deja de ser util funcional estetico para quien lo genera Puede encontrarse en estado solido semisolido liquido o gaseoso y debe ser confinado o almacenado en un sitio autorizado para su eliminacion (Decreto ejecutivo 156 2004)

5 6 Desecho peligroso

“Desecho residuo o combinacion de estos que por sus caracteristicas de peligrosidad impliquen un riesgo inmediato potencial para la salud humana u organismos vivientes el medio ambiente o la seguridad patrimonial si no es manejado adecuadamente’ (Decreto ejecutivo 156 2004)

5 7 Residuos solidos no peligroso

Aquellos que no contienen materiales liquidos ni solidos que representen riesgo a la salud y el ambiente (Decreto ejecutivo 156 2004)

5 8 Disposicion final

Accion de depositar los residuos o desechos en forma permanente en sitios autorizados y bajo condiciones aprobadas por las autoridades competentes de modo

que prevenga y minimice daños a la salud humana ambiente y patrimonio a terceros
(Decreto ejecutivo 156 2004)

6 Fundamento Legal

Son diversas las leyes que atañen al sector de los residuos solidos en nuestro pais sin embargo se hara un recuento de las disposiciones que guardan mayor relacion con la investigacion a realizar Las principales son

- La Constitucion Politica panameña atribuye a los gobiernos municipales autonomia en el desempeño de sus funciones y señala a estas corporaciones como directos responsables de velar por la buena administracion de los servicios e intereses de su comunidad El citado articulo referente al regimen municipal se trata de una norma particular
- La Ley Nº 66 de 10 de noviembre de 1947Codigo sanitario de la Republica de Panama (anterior a la Ley de Regimen Municipal) expresa en su articulo 87 que es el Departamento Nacional de Salud Publica del MINSA a quien le corresponde desarrollar las actividades de higiene y policia sanitaria municipal sin perjuicio de que pueda delegar el total o parte de estas funciones en los municipios que se encuentren tecnica y economicamente capacitados para ello
- El articulo 88 señala que son actividades sanitarias locales en relacion con el control del ambiente recolectar y tratar las basuras residuos y desperdicios
- Al igual que Ley Nº 1 (de 3 de febrero de 1994) Por la cual se establece la legislacion forestal en la Republica de Panama y se dictan otras disposiciones' en su capitulo II (del patrimonio forestal del Estado) en los articulos 23 y 24 hace

referencia al cuidado de los márgenes de los ríos y la distancia establecida según la ley

- En 1998 mediante Ley Nº 41 de 1 de julio de 1998 se creó la Autoridad Nacional del Ambiente como la Entidad Autónoma Nacional rectora del Estado en materia de recursos naturales y del ambiente. Establece además las estrategias, principios y lineamientos de la política nacional del ambiente, la organización administrativa del Estado para la gestión ambiental, el alcance y características fundamentales de los instrumentos para dicha gestión, las directrices para el establecimiento de políticas ambientales en los sectores claves y los criterios para la aplicación de incentivos y sanciones.
- La Ley General del Ambiente de la República de Panamá en los artículos 57 al 61 se refiere a los residuos reconociendo la competencia para regular la materia al MINSA. La función del Ministerio de Ambiente (antiguo ANAM) es apoyar al MINSA. Es decir, el ente rector de los residuos sólidos en el nivel gubernamental es el Ministerio de Salud.
- De igual forma el Decreto Ejecutivo Nº 197 del 18 de agosto de 1996, por el cual se crea la Red Nacional de Residuos Sólidos, en el cual establece la importancia de establecer mecanismos necesarios para la vinculación al sistema de salud de los organismos no gubernamentales y las entidades del sector público y privado.
- El Decreto Ejecutivo Nº 111 de 23 de junio de 1999, por el cual se establece el reglamento para la gestión y manejo de desechos sólidos procedentes de los establecimientos de salud, estableció en forma expresa que a nivel nacional el MINSA es la autoridad encargada de normar, promover, evaluar y vigilar el

manejo de los desechos sólidos de los establecimientos de salud. El artículo 64 preceptúa que las entidades hospitalarias son las encargadas del manejo externo de los desechos hospitalarios peligrosos así como el hecho que las municipalidades y el Ministerio de Ambiente deben coordinar con la Autoridad de salud y la Dirección de los establecimientos de salud para establecer las acciones del manejo de los desechos sólidos fuera de estos establecimientos.

Establece además que el Ministerio de Salud está facultado para mantener actualizada la legislación y regular las actividades del sector salud. Actualmente el manejo de los residuos sólidos generados en establecimientos de salud es inadecuado originando riesgo a la salud pública y el ambiente.

En nuestro país no existe una legislación general de los residuos sólidos. La gestión de los residuos urbanos está en manos de los municipios, mientras que los residuos peligrosos son una responsabilidad del Ministerio de Salud (MINSA) apoyado por el Ministerio del Ambiente.

Lo que respecta a las disposiciones técnicas para la aprobación de proyectos de construcción de rellenos sanitarios están:

- Decreto Ejecutivo Nº 156 de 28 de mayo de 2004. Que establece las normas sanitarias para la aprobación de proyectos para la construcción y operación de rellenos sanitarios de seguridad y dicta otras disposiciones.

En realidad, este reglamento se refiere a las normas sanitarias, requisitos y procedimientos para la ubicación, aprobación del proyecto, el otorgamiento del permiso de construcción y sanitario de operación de los rellenos sanitarios para desechos peligrosos (Art. 1).

Siendo la gestion de los residuos peligrosos una competencia exclusiva del MINSA en este decreto no existe ninguna referencia a los municipios salvo el articulo 23 que se refiere a la figura del Comité ambiental de los rellenos sanitarios que serian creados mediante resolucion por el MINSA y que estaria constituido por el Ministerio de Ambiente MINSA la sociedad civil y representantes de los municipios

- Decreto Ejecutivo № 275 de 21 de julio de 2004 Que aprueba las normas de los rellenos sanitarios con capacidad mayor o igual a trescientas toneladas metricas por dia de residuos solidos no peligrosos

Este Decreto abandona el enfoque hasta ahora prevaleciente de mantener las regulaciones gubernamentales por medio del ente rector – el MINSA – en el ambito de los residuos peligrosos Ahora se refiere a la disposicion final de los residuos municipales

- El Decreto excluye completamente a los Municipios estableciendose que el MINSA a traves de los centros de salud y la Direccion General de Salud Publica otorgara los permisos de construccion sanitario de operacion clausura y pos clausura de los rellenos sanitarios mecanizados
- En cuanto a materia ambiental el Ministerio de Ambiente mediante la resolucion № AG 0153 2007 Por la cual se adopta la guia de buenas practicas ambientales para la construccion y ensanche de carreteras y la rehabilitacion de caminos rurales ' Publicado en la Gaceta Oficial Digital jueves 05 de abril de 2007 Esta resolucion se refiere a algunos requisitos para a construccion y operacion de botaderos

7 Problemas derivados de la ubicacion de los vertederos

La ubicacion de los vertederos es uno de los aspectos sociales mas importantes debido al impacto en la poblacion de este tipo de instalaciones sobre todo a los vulnerables jovenes y ancianos

Existen diversos problemas en los habitantes que se encuentran en las inmediaciones de los vertederos sobre todo de salud

Becerra Gutierrez y Paz (2009) explican que los problemas de salud como ciertos tipos de cancer malformaciones congenitas problemas respiratorios y bajo peso al nacer (4 6) Los olores provenientes del basurero les causan enfermedades respiratorias tanto a residentes como a visitantes principalmente a los niños as Se considera que la inhalacion de los malos olores provenientes del basurero () les afecta bronquios y pulmones siendo ello la principal fuente de los problemas en salud que les aquejan (pp 550 551)

Otro aspecto es la presencia de gran cantidad de moscas que genera molestia y aumenta la posibilidad de transmision de enfermedades

Vallester (2010) indica que los impactos directos sobre la salud afectan principalmente a los recolectores y segregadores formales e informales que manejan sin normas sanitarias los residuos y que los desechos peligrosos como farmaceuticos quimicos infecciosos son una amenaza para las personas

Otros problemas se deben a los residuos en si ya que su acumulacion causa estancamientos de las cunetas o zanjias para el drenaje lo que origina reservorios de roedores e insectos como el mosquito *Aedes aegypti* que trasmiten enfermedades como dengue Chikungunya o el Zika y las inundaciones locales traen como consecuencia la perdida de enseres de algunas viviendas

CAPITULO III DESCRIPCION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO

1 Características biofísicas

1.1 Localización, superficie

El distrito de Santiago se encuentra localizado en la parte central de la provincia de Veraguas entre los $7^{\circ} 43' 31''$ y $8^{\circ} 15' 23''$ de latitud norte $80^{\circ} 41' 06''$ y $81^{\circ} 09' 10''$ de longitud oeste siendo la ciudad de Santiago la cabecera del distrito y de la provincia (Vease fig 14) El distrito posee una superficie de 970.9 Km^2 o 97 009 hectareas el quinto en superficie y representa el 9.2% del total del area de la provincia de Veraguas (Vease cuadro 6)

1.2 Límites políticos administrativa

Los límites del distrito son

Norte con el distrito de San Francisco y Calobre

Sur con el distrito de Mariato

Este con los distritos de Atalaya Santa María y Ocu

Oeste con los distritos de Montijo y La Mesa (Vease fig 15)

1.3 División administrativa

Esta organizado administrativamente por 12 corregimientos Santiago cabecera La Colorada La Peña La Raya de Santa María Ponuga San Pedro del Espino Canto del Llano Los Algarrobos Carlos Santana Avila Edwin Fabrega San Martín de Porres y Urraca (Vease fig 16)

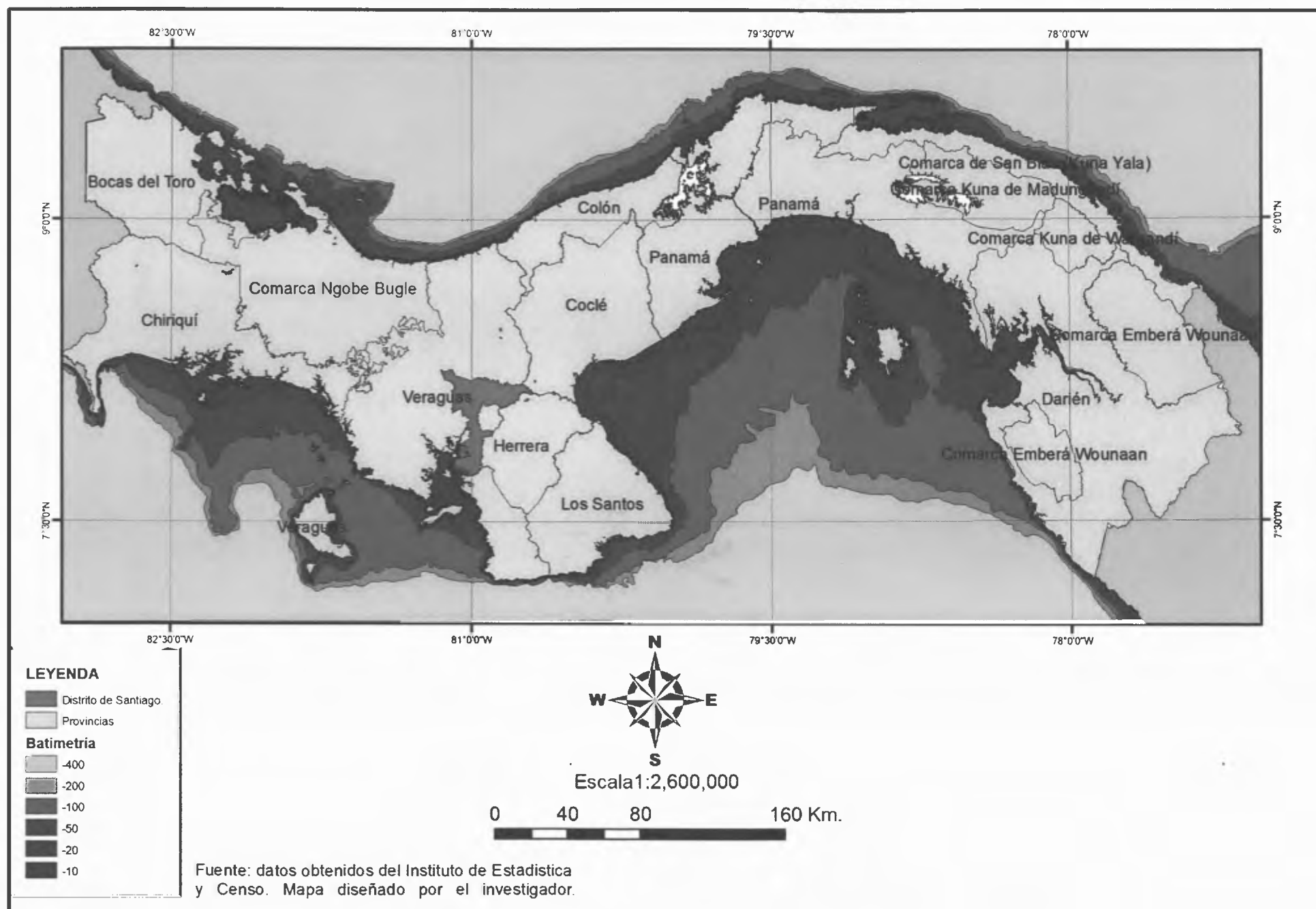


Fig. 14 Localización geográfica del distrito de Santiago

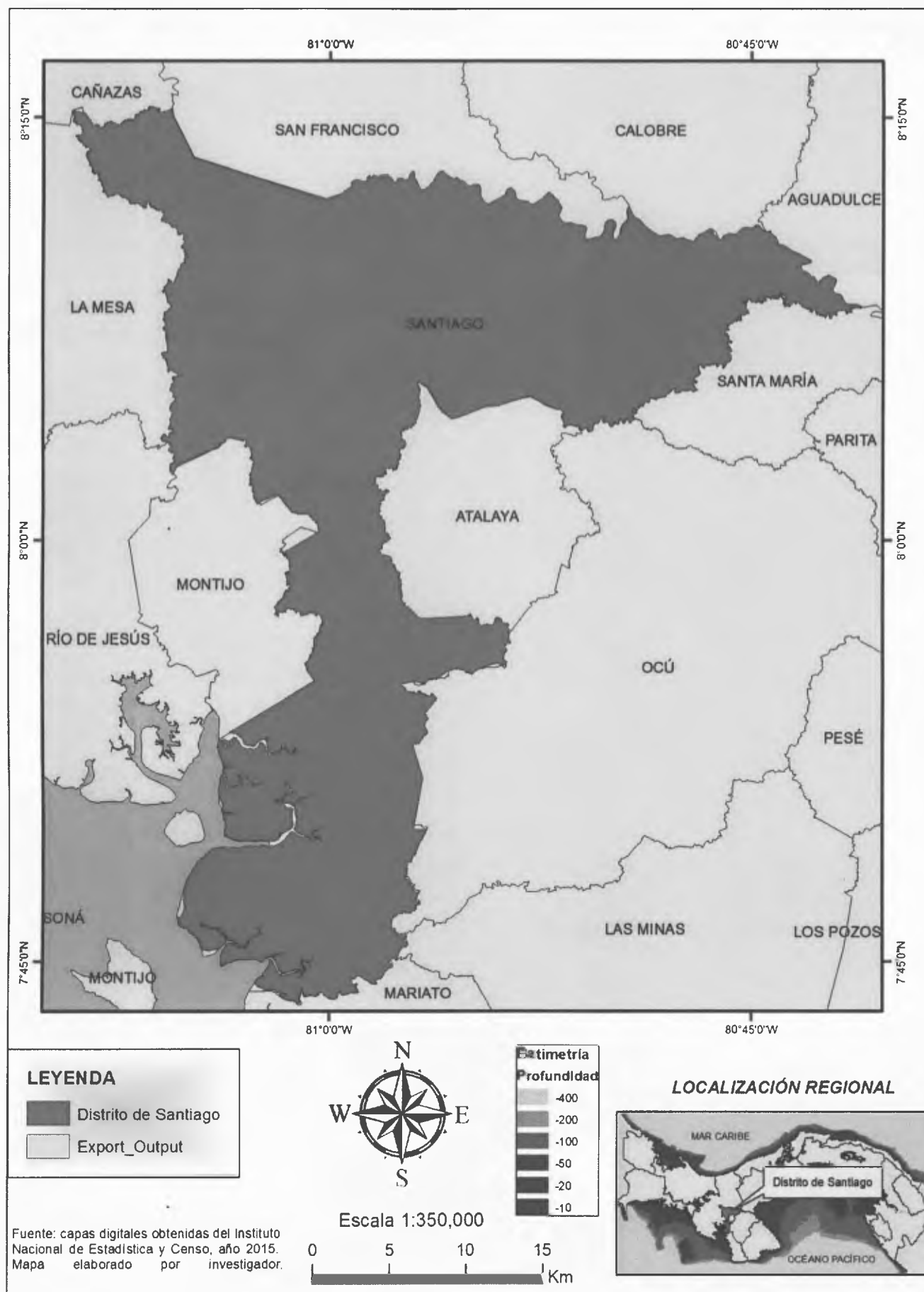


Fig. 15 Límites del distrito de Santiago.

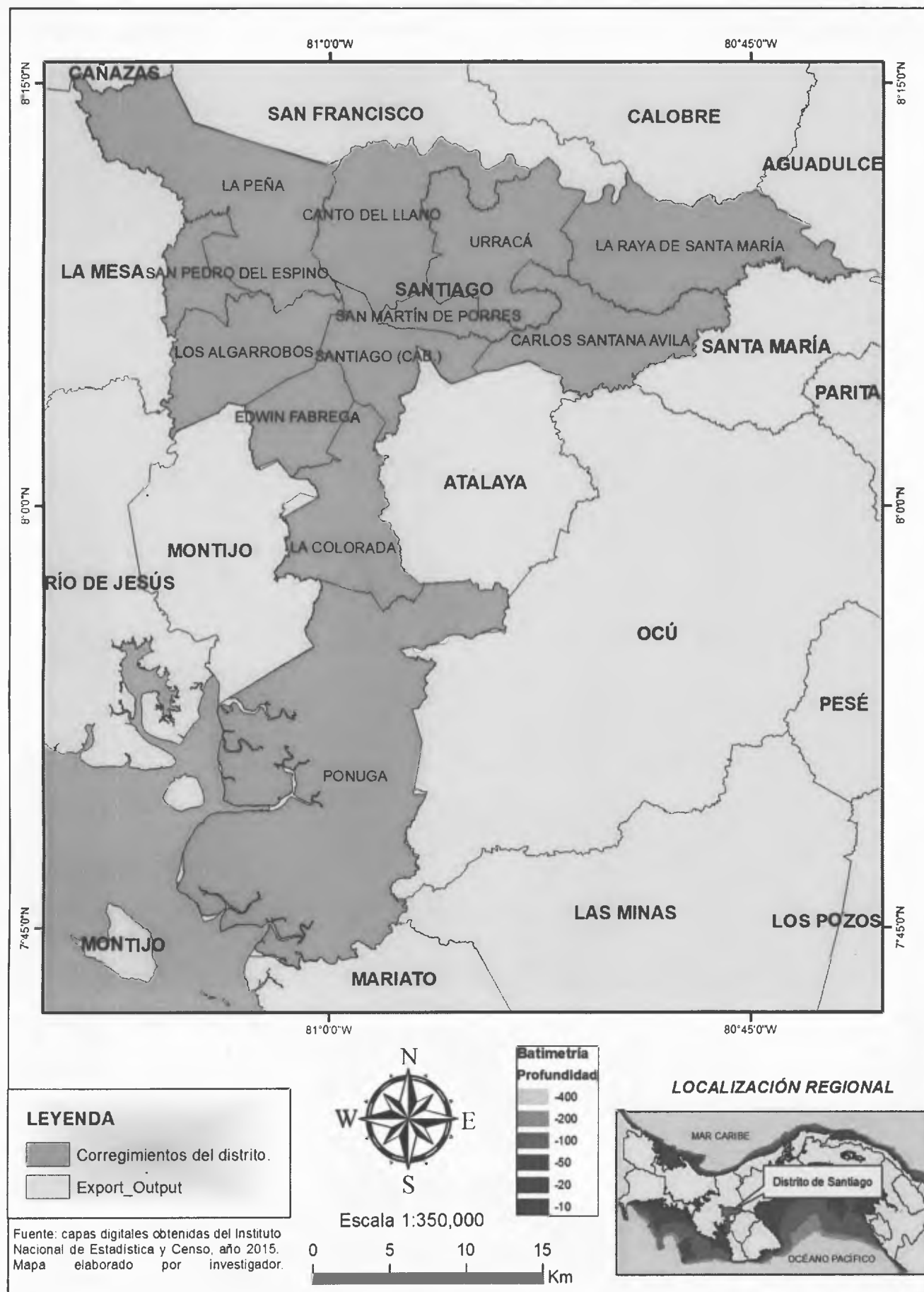


Fig. 16 División administrativa del distrito de Santiago.

Cuadro 6 Superficie y porcentaje por corregimiento, distrito de Santiago

| Corregimientos | Total (Km ²) | % |
|------------------------|--------------------------|-------|
| Total | 970 9 | 100 0 |
| Santiago (Cabecera) | 44 2 | 4 6 |
| La Colorada | 65 2 | 6 7 |
| La Peña | 117 6 | 12 1 |
| La Raya de Santa Maria | 107 6 | 11 1 |
| Ponuga | 289 7 | 29 8 |
| San Pedro del Espino | 22 5 | 2 3 |
| Canto del Llano | 79 1 | 8 1 |
| Los Algarrobos | 63 4 | 6 5 |
| Carlos Santana Avila | 67 6 | 7 0 |
| Edwin Fabrega | 35 4 | 3 6 |
| San Martin de Porres | 16 4 | 1 7 |
| Urraca | 62 1 | 6 4 |

Fuente Instituto Nacional de estadística y censo (INEC) Contraloría General de la República de Panamá

1 4 Relieve

De acuerdo a los resultados obtenidos en el mapa de relieve y la información presentada por el Atlas Ambiental de Panamá 2010 el distrito está caracterizado morfológicamente por regiones bajas planicies litorales cerros bajos y colinas del terciario cuaternario antiguo y medio Las elevaciones van desde el nivel del mar hasta los 500 m

La parte norte posee elevaciones hasta los 200 m en la parte este se reducen a los 100m mientras que la parte central presenta una faja de elevacion dividida de la siguiente forma la parte este las elevaciones llegan hasta los 200 m y en la parte oeste a los 50 m En la parte sur se encuentran las maximas elevaciones ubicadas en una pequeña franja al este sus elevaciones van desde los 300 a 500 m (Vease cuadro 7 y fig 17)

Cuadro 7 Fajas de elevacion, superficie y porcentaje, distrito de Santiago

| Fajas de elevacion | Area (has) | % |
|---------------------------|-------------------|----------|
| Total | 97 009 | 100 0 |
| 0 100 m | 77 642 | 80 0 |
| 201 300 m | 970 | 1 0 |
| 101 200 m | 18 144 | 18 7 |
| 401 500 m | 40 | 0 0 |
| 301 400 m | 213 | 0 2 |

Fuente datos generados por investigador a partir del modelo de Elevacion Digital (DEM) de la Republica de Panama generado por el programa SRTM de NASA
Se presume que es una interpolacion a 30m del modelo de 90m

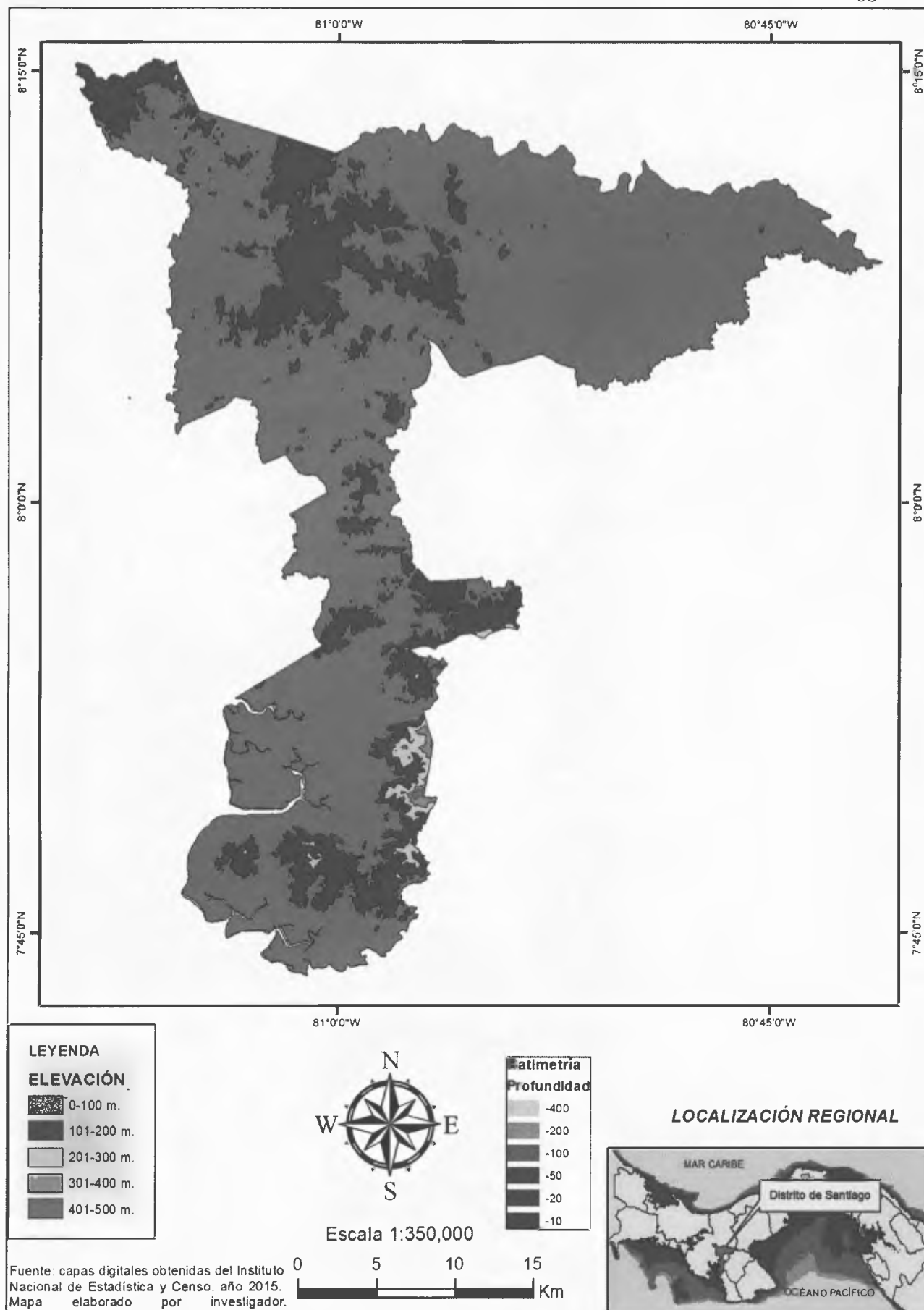


Fig. 17. Mapa de relieve del distrito de Santiago.

1.5 Clima

El distrito posee un clima tropical húmedo (Am) según la clasificación de Köppen es el clima de mayor extensión en Panamá se caracteriza por tener una temperatura media mensual de todos los meses del año mayor de 18°C en el mes más seco cae menos de 600 mm de lluvia el total anual promedio en la mayoría de los casos es mayor de 1 000 mm

Este clima está influenciado fundamentalmente a la estacionalidad de los vientos alisios

En el distrito de Santiago la precipitación promedio mensual fluctúa desde los 136 mm a los 278 mm anuales (Véase fig 18)

La temperatura promedio oscila desde 25°C a los 27° C La época de lluvias se inicia en firme en el mes de mayo y dura hasta noviembre siendo los meses de septiembre y octubre los más lluviosos dentro de esta temporada se presenta frecuentemente un período seco conocido como Veranillo entre julio y agosto (Véase fig 19)

1.5.1 Dirección y velocidad del viento

De acuerdo a la Empresa de Transmisión Eléctrica ETESA las altas presiones o el anticiclón semipermanente del Atlántico Norte afecta sensiblemente las condiciones climáticas del país porque desde este sistema se generan los vientos alisios del noreste que en las capas bajas de la atmósfera llegan a Panamá

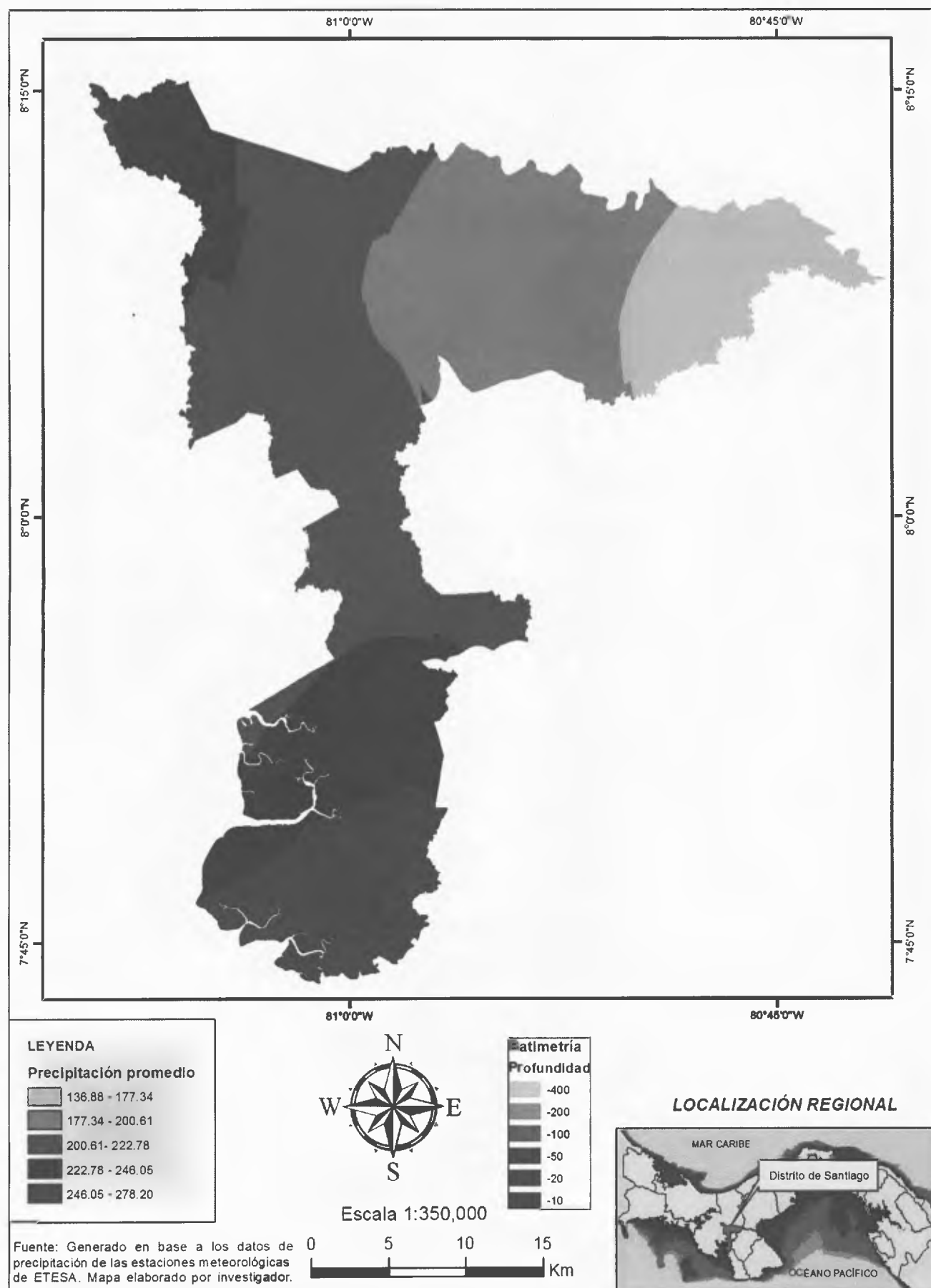


Fig. 18 Mapa de precipitación del distrito de Santiago.

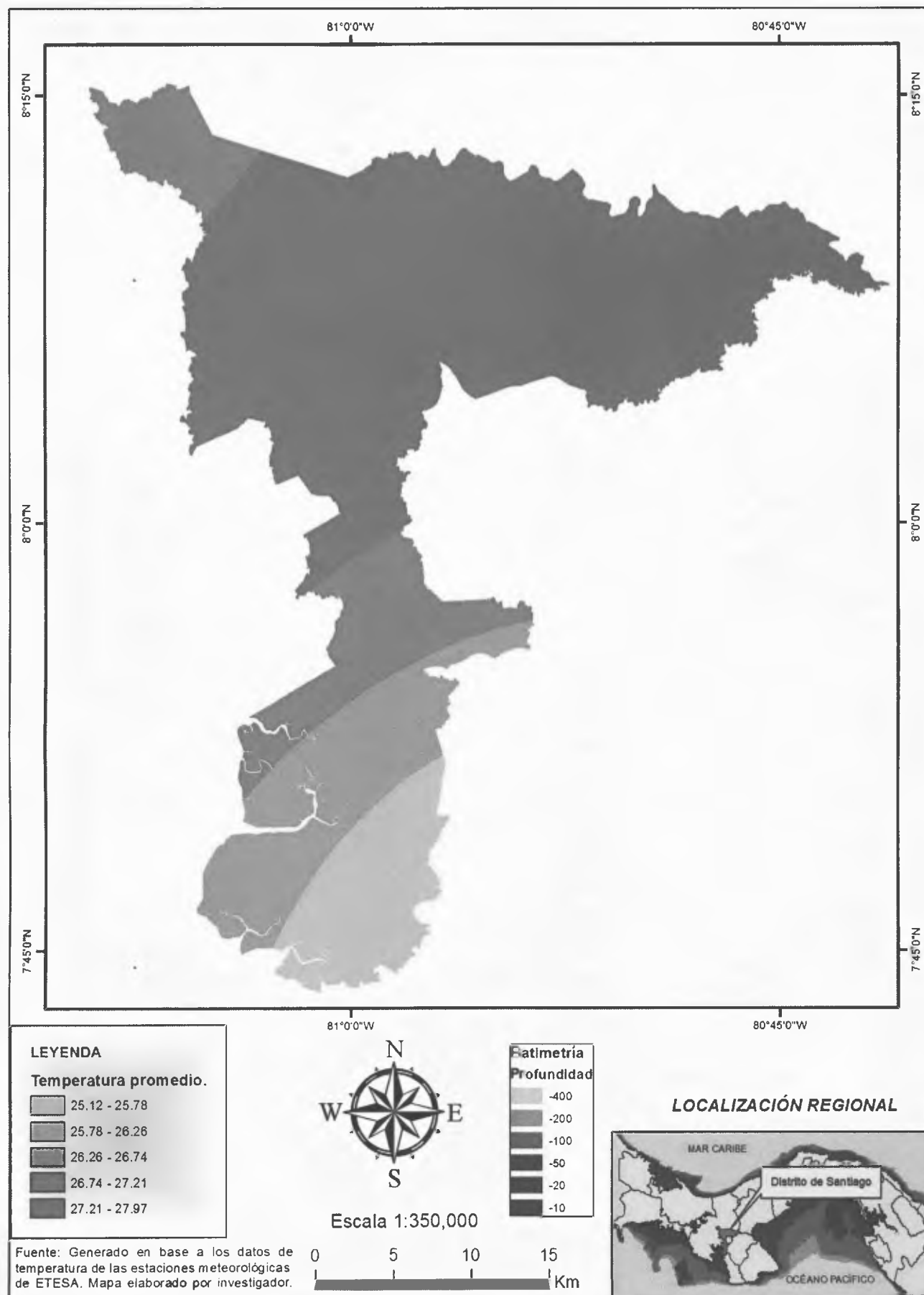


Fig. 19. Mapa de temperatura del distrito de Santiago.

La frecuencia de la velocidad predominante del viento registrada por la estación Santiago es en sentido norte oeste suroeste y noroeste la velocidad promedio del viento muestra que los meses de enero febrero marzo y abril son los meses que historicamente presentan el mayor promedio mensual de velocidad del viento a 10 m/s disminuyendo en los meses de mayo a mediados de diciembre (Vease fig 20)

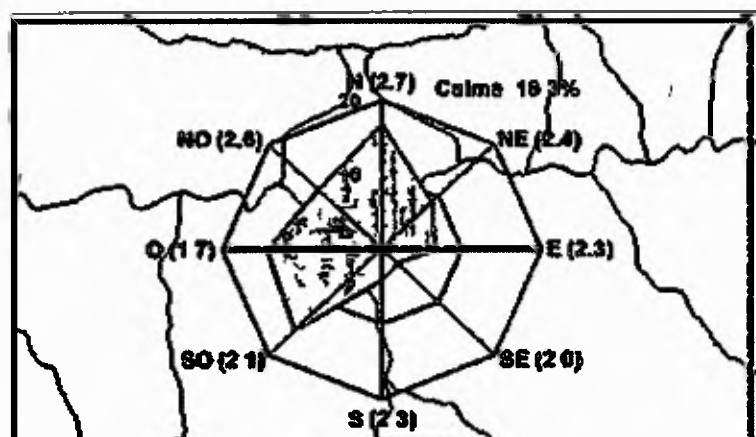


Fig 20 Dirección y frecuencia del viento estación meteorológica de Santiago
Fuente Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA) Departamento de Hidrometeorología

1.6 Geología

De acuerdo al mapa generado en base a la Geología de la Dirección Nacional de Recursos Minerales indica que el distrito de Santiago presenta 13 formaciones geológicas divididas según su origen en sedimentarias, volcánicas y plutónicas.

Las formaciones sedimentarias presentan la mayor superficie, se localizan en toda la parte centro-sur y en una franja al noreste encontramos las formaciones Ocu, Río Hato, Las Lajas, Tonosí, Santiago, Macaracas, El Barro y Pese. Se caracterizan por tener rocas como calizas, conglomerados, lutitas, areniscas, tobas continentales.

aluviones sedimentos consolidados entre otras. Estas formaciones representan el 63.3% del área total del distrito.

Las formaciones de origen volcánico se ubican en la parte norte y en dos áreas de la parte sur. Esta compuesta por las formaciones Dacitas Loma Montuoso, Playa Venado, Tucue, Virigua y San Pedrito. Los principales tipos de rocas son dacitas, basaltos, pillow lavas, brechas, tobas, plugs, bloques, diques entre otras. Las formaciones volcánicas equivalen al 38.3% del área total.

La formación plutónica se localiza en dos territorios de la parte sur pertenecientes a la formación Loma Montuoso, conformada por cuarzodioritas, cuarzo granobasaltos, noritas, granodioritas y otras. Estas son el 1.3% del área total del distrito de Santiago (Véase cuadro 8 y fig. 21).

1.7 Hidrografía

Según el mapa de hidrografía obtenido de la Contraloría General de la República de Panamá, el sistema hídrico está determinado por 15 ríos y 1 371 quebradas que pertenecen a tres cuencas hidrográficas: la del río Santa María, San Pedro y la cuenca de los ríos entre San Pedro y Tonosí.

1.7.1 Cuenca del río Santa María (132)

Esta cuenca es de vital importancia porque abastece de agua potable a la ciudad de Santiago y regiones adyacentes. Se ubica en la parte noreste del distrito y es la más extensa, con 372.0 Km². En esta cuenca encontramos algunos ríos y quebradas importantes como el río Cañazas, Potrero, Conaca, quebrada La Palma, quebrada Las Palmas, quebrada Guarumo, quebrada La Soledad, quebrada El Roble entre otras.

Cuadro 8 Formaciones geológicas, superficie y porcentaje, distrito de Santiago

| Símbolo | Formación | Formas | Total (has) | % |
|----------------|------------------|---------------|--------------------|----------|
| Total | 13 | 13 | 97 009 | 100 0 |
| K LM | Loma Montuoso | Plutónicas | 1 293 | 1 3 |
| K CHAo | Ocu | Sedimentarias | 5 688 | 5 9 |
| QR Aha | Rio Hato | Sedimentarias | 2 750 | 2 8 |
| QR Ala | Las Lajas | Sedimentarias | 4 380 | 4 5 |
| TEO TO | Tonosí | Sedimentarias | 5 295 | 5 5 |
| TM SA | Santiago | Sedimentarias | 12 536 | 12 9 |
| TO MAC | Macaracas | Sedimentarias | 4 439 | 4 6 |
| TO MACba | El Barro | Sedimentarias | 3 594 | 3 7 |
| TO MACpe | Pese | Sedimentarias | 19 875 | 20 5 |
| TM CATu | Tucue | Volcánicas | 146 | 0 2 |
| TM CAVi | Virigua | Volcánicas | 243 | 0 3 |
| TM SP | San Pedrito | Volcánicas | 35 984 | 37 1 |
| K LMda | Dacitas Loma M | Volcánicas | 787 | 0 8 |

Fuente: datos generados por investigador a partir de la información obtenida del mapa de Geología de Panamá 1:250 000. Ministerio de Comercio e Industrias. Dirección General de Recursos Minerales. 1990.

1.7.2 Cuenca del río San Pedro (120)

La cuenca se localiza en una faja de la región centro oeste, cuenta con diversos ríos como río San Pedro, Martín Chiquito, Martín Grande, Santa Clara, Cuvibora, San Pedrito y quebradas como Lajas, La Peña, El Barrero, Cantiles Grande, La Pita entre otras. Posee una superficie de 333 0 Km².

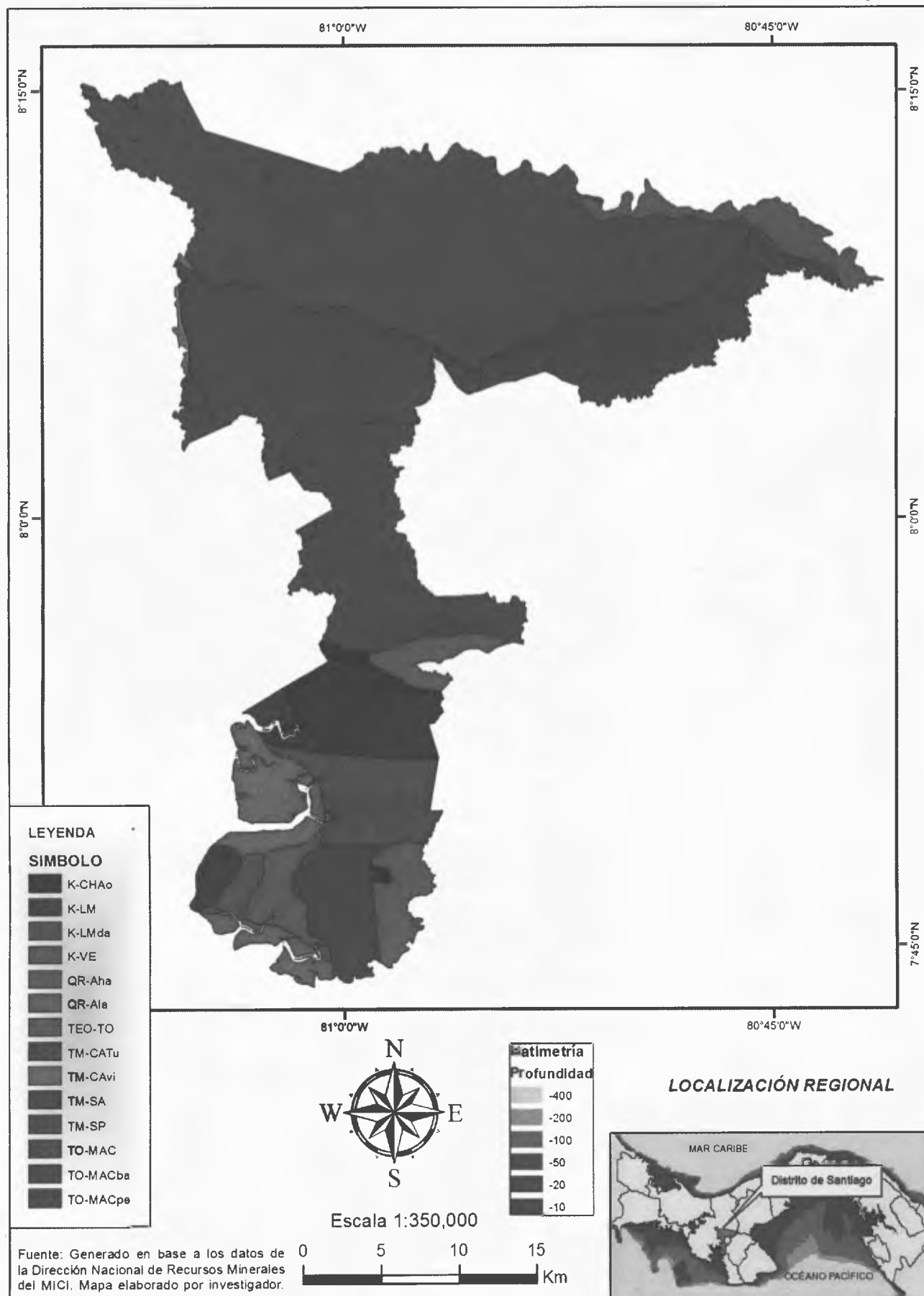


Fig. 21 Mapa de geología del distrito de Santiago.

1 7 3 Cuenca entre los rios San Pedro y Tonosí (122)

Se encuentra ubicada en la parte sur del distrito compuesta por diversas corrientes superficiales como los rios Piña Ponuga Pocrí Suay Las Gaitas y Zapotal y quebradas como de Los Sabalos Cortezo de Zapotas Salitres La Laguna La Marea El Mayo entre otras Tiene un area de 260 0 Km² (Vease cuadro 9 10 y fig 22)

1 8 Uso de suelo y cobertura vegetal

Segun el mapa de cobertura Boscosa del Ministerio de Ambiente la cobertura vegetal del distrito de Santiago esta formada por rastrojos con especies como guarumo poro poro sangrillo entre otras Bosques de galeria a orillas de rios y quebradas tambien arboles vivos plantados en cercas Tambien con pastura para la ganaderia arboles dispersos y pequeños arbustos xerofitos

El uso agropecuario tiene cultivos temporales principalmente maiz arroz banano platano frijol de bejuco guandu caña de azucar yuca ñame y otoi cultivos permanentes con arboles como mango marañon naranja pixbae limon guayaba entre otros

El bosque intervenido existe en pequeñas areas que son el resultado de la explotacion del suelo por poblacion con fines agropecuarios

En la parte sur en la costa del corregimiento de Ponuga se encuentran formaciones de manglares que sirven de refugio a diversas especies y de barrera natural contra el oleaje del mar (Vease cuadro 11 y fig 23)

Cuadro 9 Principales rios y quebradas, segun longitud, distrito de Santiago

| Nombre | Cuenca | longitud |
|---------------------|---------------|-----------------|
| Rio Santa Maria | 132 | 43 041 |
| Rio Piña | 122 | 27 192 |
| Rio Ponuga | 122 | 25 731 |
| Rio Cañazas | 132 | 25 320 |
| Rio Cuvibora | 120 | 23 351 |
| Qda Guarumo | 132 | 22 455 |
| Rio Martin Chiquito | 120 | 19 874 |
| Qda Las Palmas | 132 | 17 065 |
| Rio Martin Grande | 120 | 16 747 |
| Rio Conaca | 132 | 16 562 |
| Rio Suay | 122 | 15 355 |
| Rio Pocrí | 122 | 13 685 |
| Qda La Pita | 132 | 11 790 |
| Qda La Palma | 132 | 11 539 |
| Rio San Pedro | 120 | 11 289 |
| Qda La Soledad | 132 | 11 118 |
| Qda Las Gaitas | 122 | 10 989 |
| Qda Cañacilla | 132 | 10 435 |
| Rio San Pedro | 120 | 9 915 |
| Qda Lajas | 120 | 9 687 |
| Rio San Pedrito | 120 | 9 158 |
| Qda Robillo | 132 | 8 832 |
| Qda Roble | 132 | 8 712 |
| Rio Zapotal | 122 | 8 581 |
| Rio Potrero | 132 | 8 178 |

Fuente datos generados por el investigador en base al archivo shp de la hidrografia del distrito de Santiago obtenido del departamento de Cartografia de la Contralora General de la Republica de Panama

Cuadro 10 Cuenas hidrograficas, segun area y porcentaje, distrito de Santiago

| Numero | Cuenca | Vertiente | Area (has) | % |
|--------|-------------------------------------|-----------------|------------|-------|
| Total | 3 | 1 | 97 009 | 100 0 |
| 132 | Rio Santa Maria | Oceano Pacifico | 37 390 | 38 5 |
| 120 | Rio San Pedro | Oceano Pacifico | 33 447 | 34 5 |
| 122 | Rios entre el San Pedro y el Tonosi | Oceano Pacifico | 26 172 | 27 0 |

Fuente datos generados por el investigador en base al archivo shp de la hidrografia del distrito de Santiago obtenido del departamento de Cartografia de la Contralora General de la Republica de Panama

Cuadro 11 Categorias de vegetacion, segun superficie y porcentaje, distrito de Santiago

| Categoria | Area (has) | % |
|----------------------------------|------------|-------|
| Total | 97 009 | 100 0 |
| Rastrojo | 18 041 | 18 6 |
| Uso Agropecuario | 62 076 | 64 0 |
| Bosque Intervenido | 5 878 | 6 1 |
| Plantacion Forestal | 855 | 0 9 |
| Aguas Interiores | 408 | 0 4 |
| Uso Agropecuario de Subsistencia | 13 | 0 0 |
| Otros Usos | 3 864 | 4 0 |
| Manglar | 5 875 | 6 1 |

Fuente datos generados por investigador en base al mapa del Proyecto de Sistema de Informacion Forestal Autoridad Nacional del Ambiente año 2000

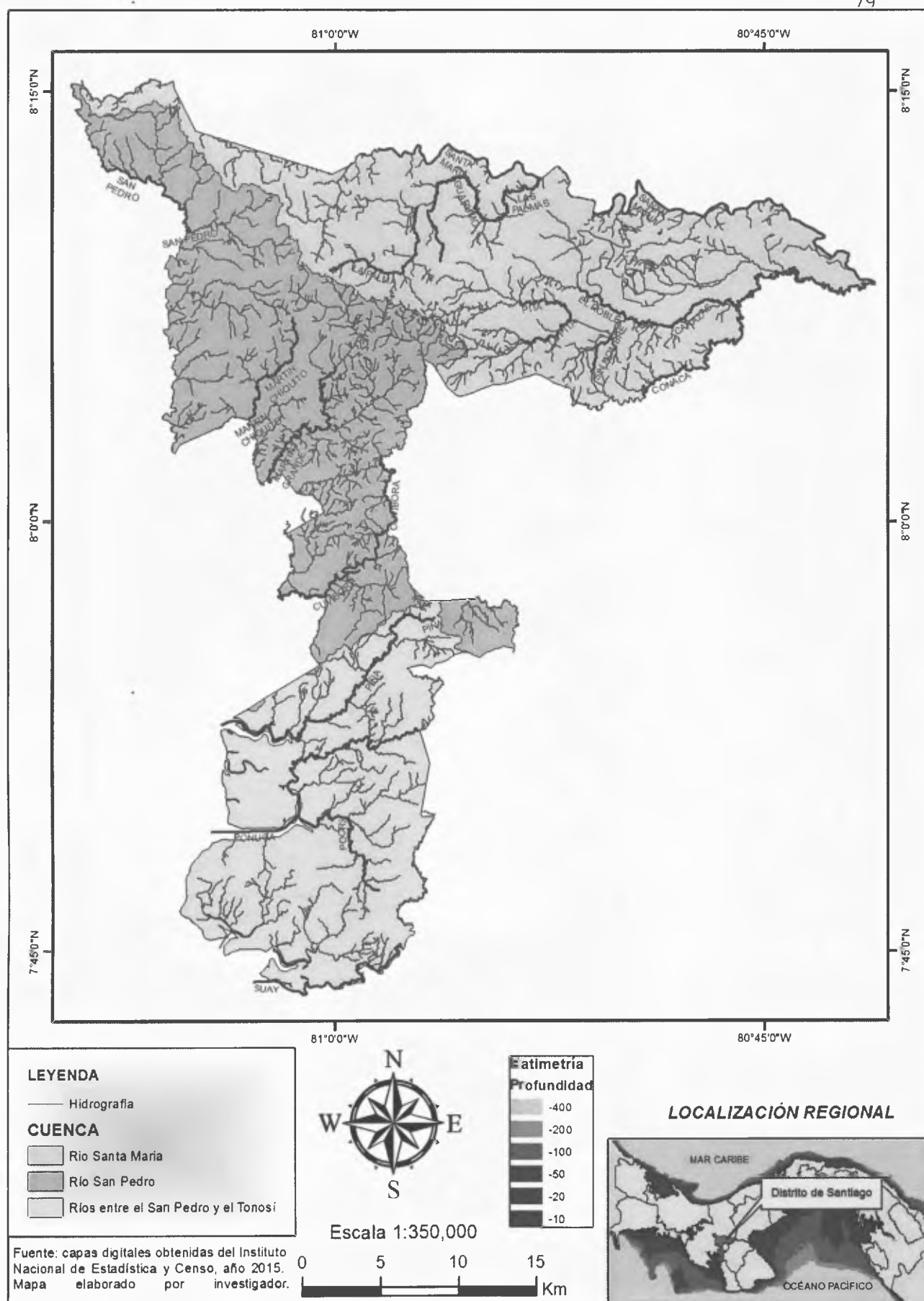


Fig. 22 Mapa de hidrografía del distrito de Santiago.

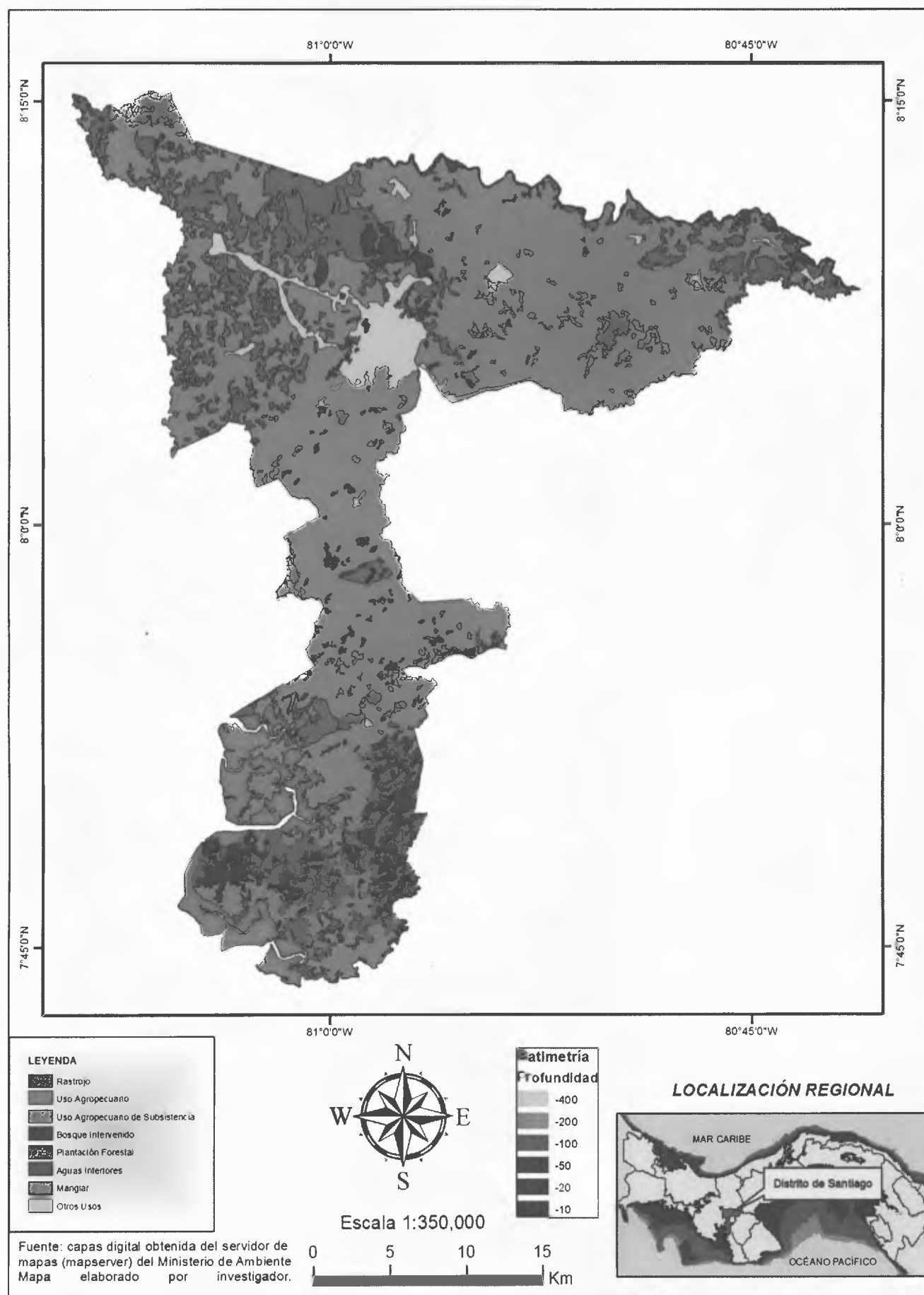


Fig. 23 Mapa de cobertura vegetal del distrito de Santiago.

1.9 Capacidad agrologica de los suelos

Los suelos del distrito de Santiago son arables (II, III y IV) en un 48.4% el tipo II se encuentran en los márgenes del río Santa María y en algunos territorios de la parte centro sur

Los suelos clase III se localizan en su gran mayoría en la parte este otro grupo en la parte noroeste y en la parte sur

Los suelos tipo IV se localizan en algunas áreas del este y otros grupos en la parte norte y centro sur. Estos suelos poseen vocación para cultivos pero requiere de ciertos manejos al momento de preparar la tierra para una óptima explotación

Los suelos no arables (VI y VII) representan el 51.6% de la superficie del distrito y se encuentran dispersos en todo el distrito. Los suelos tipo VI se ubican en diversos grupos de la parte norte y centro sur además de pequeños espacios de la parte este. Los suelos tipo VII en toda la región centro sur y en algunas áreas al norte

Son suelos aptos para la ganadería, la plantación forestal y tierras de reserva (Véase fig. 24 y cuadro 12)

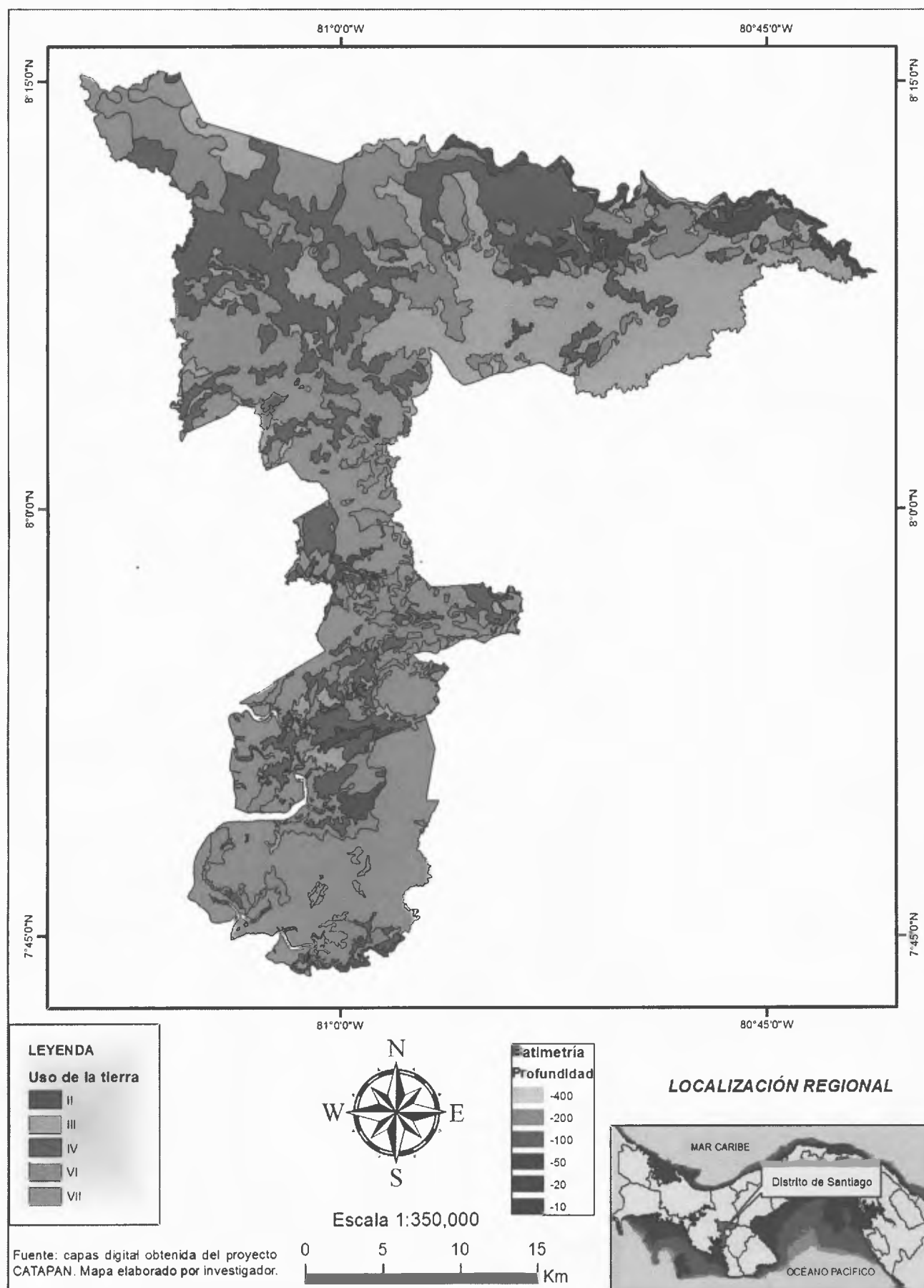


Fig. 24 Mapa de capacidad agrológica de los suelos del distrito de Santiago.

Cuadro 12 Tipos de suelo, segun superficie y porcentaje, distrito de Santiago

| Uso de la tierra | Area (has) | % |
|------------------|------------|-------|
| Total | 97 009 | 100 0 |
| II | 4 499 | 4 6 |
| III | 21 236 | 21 9 |
| IV | 21 194 | 21 8 |
| VI | 16 361 | 16 9 |
| VII | 33 719 | 34 8 |

Fuente datos generados por investigador a partir del mapa de suelos del proyecto CATAPAN

1 10 Zonas de vida

De acuerdo al Atlas Ambiental de Panama el distrito se encuentra localizado en cuatro zonas de vida siendo el bosque humedo tropical (bh T) el de mayor porcentaje 87 4% En esta zona el bosque intervenido es minimo determinada por la actividad agropecuaria y los rastrojos

El bosque muy humedo premontano (bmh P) bosque se encuentra altamente intervenido y representa el 6 4% se localiza al sur donde se encuentran las maximas elevaciones del distrito

El bosque humedo premontano (bmh P) se localiza en la parte este corresponde al 6 0% en su mayoria se encuentra ocupado por actividades agropecuarias y rastrojos al igual que el bosque seco tropical (bs T) que ocupa solo el 0 2% del total de la superficie del distrito (Vease fig 25 y cuadro 13)

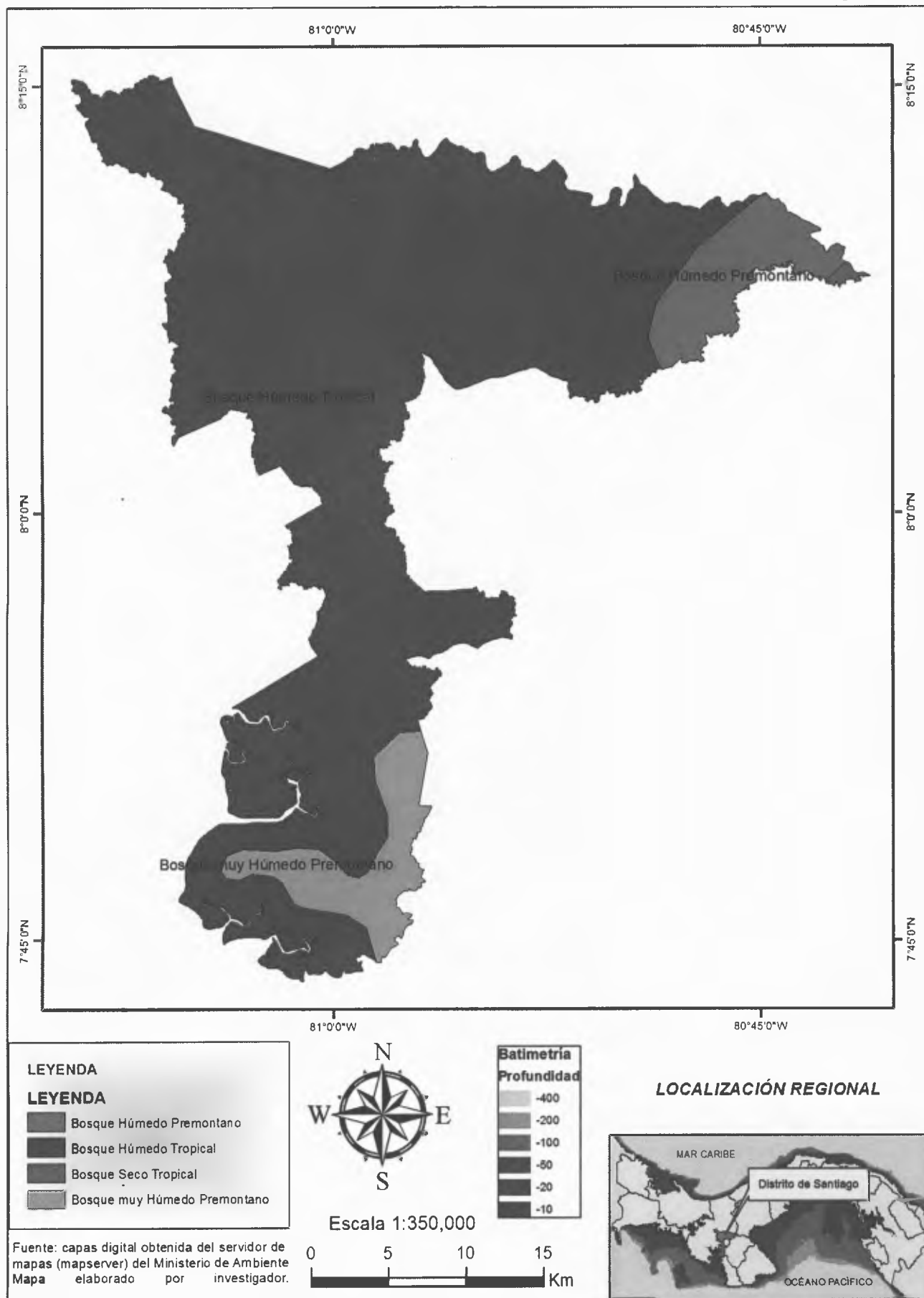


Fig. 25 Mapa de zonas de vida del distrito de Santiago.

Cuadro 13 Zonas de vida, segun superficie y porcentaje, distrito de Santiago

| Zona | Simbolo | Area | % |
|------------------------------|----------------|-------------|----------|
| Total | 4 | 97 009 | 100 0 |
| Bosque Humedo Premontano | bh P | 5 846 | 6 0 |
| Bosque Humedo Tropical | bh T | 84 807 | 87 4 |
| Bosque muy Humedo Premontano | bmh P | 6 163 | 6 4 |
| Bosque Seco Tropical | bs T | 193 | 0 2 |

Fuente datos generados por investigador en base al mapa obtenido del servidor Map server del Ministerio de Ambiente

1 11 Biogeografia

Existe una gran diversidad de flora y fauna que han logrado adaptarse a las condiciones climaticas a la vegetacion predominante y en algunos casos a la intervencion humana

1 11 1 Flora

El distrito posee una gran cantidad de especies vegetales entre las mas conocidas encontramos especies forestales como el Cedro Espino Teca Macano Maria Roble Corotu Guayacan Balo entre otros (Vease cuadro 14)

Se cuenta tambien con arboles frutales como Mango Mara on Papaya Coco Mango Mandarina Nance Guayaba Aguacate Limon entre otros (Vease cuadro 15)

Los rastrojos ocupan un area importante poseen especies como Poro Poro Guacimo y Guarumo Las principales especies de pasto naturales y mejorados para el uso agropecuario son decumbes humidicola brizantha (Vease cuadro 16)

Cuadro 14 Arboles maderables, segun especie, distrito de Santiago

| Nombre Comun | Nombre cientifico |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Laurel | <i>Cordia alliodora</i> |
| Teca | <i>Tectona grandis</i> |
| Cedro Espino | <i>Bombacopsis quinatum</i> |
| Cedro amargo | <i>Cedrella odorata</i> |
| Roble | <i>Tabebuia pentaphylla</i> |
| Acacia mangium | <i>Acacia mangium</i> |
| Zapatero | <i>Hieronyma alchorneoides</i> |
| Espave | <i>Anacardium excelsum</i> |
| Maria | <i>Calophyllum brasiliense</i> |
| Almacigo | <i>Bursera simaruba</i> |
| Espino amarillo pino amarillo | <i>Chloroleucon mangense</i> |
| Cabimo | <i>Copaifera aromatica</i> |
| Corotu | <i>Enteolobium cyclocarpum</i> |
| Macano | <i>Diphysa americana</i> |
| Balo | <i>Gliricidia sepium</i> |
| Guayacan | <i>Tabebuia guayacan</i> |

Fuente Roman F De Liones R Sautu A y Hall S J (2012) *Guia para la propagacion de 120 especies de arboles nativos de Panama y el Neotropico* Recuperado de http://www.stri.si.edu/sites/publications/PDFs/STRI_W_2013_guia_propagacion_120_sps.pdf

Cuadro 15 Árboles frutales, según especie, distrito de Santiago

| Nombre Común | Nombre científico |
|---------------------|-------------------------------|
| Mandarina | <i>Citrus reticulata</i> |
| Toronja | <i>Citrus paradisi</i> |
| Guanabana | <i>Annona muricata</i> |
| Tamarindo | <i>Tamarindus indica</i> L |
| Mango | <i>Mangifera indica</i> |
| Platano | <i>Musa paradisiaca</i> |
| Guayaba | <i>Psidium guajaba</i> |
| Pixbae | <i>Bactris gasipaes</i> H B K |
| Guaba | <i>Inga edulis</i> Mart |
| Bananito | <i>Musa acuminata</i> |
| Marañón | <i>Anacardium occidentale</i> |
| Naranja dulce | <i>Citrus sinensis</i> Osbeck |
| Papaya | <i>Carica papaya</i> L |
| Ciruela | <i>Spondias purpurea</i> |
| Nance | <i>Byrsonima crassifolia</i> |
| Limon | <i>Citrus limon</i> L |
| Aguacate | <i>Persea americana</i> |

Fuente Instituto de Mercadeo Agropecuario (I M A) (2004) *Algunos Frutales Potenciales en Panama Su Produccion para la Comercializacion* Recuperado de <http://imapanama.com/documentos/FRUTALESFINAL18AGOSTO2004.pdf>

Cuadro 16 Rastrojos y pastos, según especie, distrito de Santiago

| Nombre Comun | Nombre científico |
|---------------------|---|
| Poro poro | <i>Cochlospermum orinocense (Kunth) Steud</i> |
| Sangrillo | <i>Pterocarpus officinalis Jacq</i> |
| Guarumo | <i>Cecropia insigne</i> |
| Guacimo | <i>Guazuma ulmifolia</i> |
| Cholo pelao | <i>Bursera simarouba</i> |
| Jagua | <i>Genipa americana</i> |
| Balo | <i>Sliricidia sepium</i> |
| Elefante | <i>Pennisetum purpureum</i> |
| Guinea | <i>Panicum maximum</i> |
| Taiwan | <i>Pennisetum purpureum A 144</i> |
| Marandu | <i>Brachiaria brizantha</i> |
| Humidicola | <i>Brachiaria humidicola</i> |
| Decumbens | <i>Brachiaria decumbens</i> |
| Toledo | <i>Brachiaria brizantha</i> |

Fuente Ministerio de agricultura MIDA (2009) *Resultados de la zonificación agro ecológica de 20 especies de pastos y forrajes en la República de Panamá*
 Recuperado de <http://www.mida.gob.pa/upload/documentos/programa.pdf>
 Ortiz O O Mercado Luis Mendieta J Carrasquilla L (2013) *Composición florística arborea de una parcela de bosque tropical de tierras bajas en el Parque Nacional Darién* *Revista Scientia* Vol 23 N° 2 7 26

Los principales granos raíces y tuberculos cultivados por la poblacion santiagueña son maiz arroz ñame yuca y guandu (Vease cuadro 17)

Cuadro 17 Plantas comestibles, segun especie, distrito de Santiago

| Nombre Comun | Nombre cientifico |
|----------------|--|
| Maiz | <i>Zea mays</i> |
| Arroz | <i>Oriza sativa</i> |
| Caña de azucar | <i>Saccharum officinarum</i> |
| Platano | <i>Musa sp</i> |
| Guandu | <i>Cajanus cajan</i> |
| Frijol | <i>Phaseolus vulgaris L</i> |
| Yuca | <i>Yuca</i> |
| Ñame | <i>Dioscorea alata</i> |
| Otoe | <i>Colocassia antiquorum</i> |
| Camote | <i>Hipomea Batata</i> |
| Tomate | <i>Solanum lycopersicon/ Lycopersicon esculentum</i> |
| Ñampi | <i>Dioscorea trifida</i> |
| Frijol | <i>Phaseolus vulgaris</i> |
| Zapallo | <i>Cucurbita sp</i> |

Fuente Instituto de Investigacion Agropecuaria (IDIAP) (2010) *Segundo Informe Nacional Estado de los Recursos Fitogeneticos para la Alimentacion y la Agricultura en Panama* Recuperado de [http //www fao org/pgrfa gpa archive/pan/docs/panama2 pdf](http://www.fao.org/pgrfa/gpa/archive/pan/docs/panama2.pdf)

En la parte sur que es area de manglar se cuenta con especies como Mangle Blanco Mangle Negro y Mangle Rojo (Vease cuadro 18)

Cuadro 18 Mangle, segun especie, distrito de Santiago

| Nombre comun | Nombre cientifico |
|---------------|------------------------------|
| Mangle Rojo | <i>Rhizophora Mangle</i> |
| Mangle Blanco | <i>Laguncularia Recemosa</i> |
| Mangle Negro | <i>Avicinnia Nitida</i> |

Fuente Ministerio de Ambiente de Panama (2013) *Humedal de Importancia Internacional Golfo de Montijo* Recuperado de <http://www.mambiente.gob.pa/old/index.php/2013/11/29/130813/108parques/256humedal-de-importancia-internacional-golfo-de-montijo>

Algunas plantas medicinales que se encuentran en el distrito de Santiago son Jengibre Mastranto Hierba Buena Toronjil Ruda Altamisa y Romero (Vease cuadro 19)

Las especies de plantas ornamentales como Veraneras Chavelitas Lirios Papos Jazmin Croto e Ixoras se observan tambien el distrito de Santiago (Vease cuadro 20)

Cuadro 19 Plantas medicinales, segun especie, distrito de Santiago

| Nombre Comun | Nombre cientifico |
|---------------------|-------------------------------|
| Jengibre | <i>Zingiber officinale</i> |
| Mastranto | <i>Lippia alba</i> |
| Diente de leon | <i>Chaptalia nutans</i> |
| Altamisa | <i>Ambrosia cumanensis</i> |
| Hierba buena | <i>Mentha spicata</i> |
| Toronjil | <i>Melissa officinalis</i> |
| Hinojo | <i>Anethum graveolens</i> |
| Ortiga | <i>Fieurya aestuans</i> |
| Caña agria | <i>Costus spicatus</i> |
| Cola de caballo | <i>Equisetum arvense</i> |
| Raicilla | <i>Cephaelis ipecacuanha</i> |
| Ruda | <i>Ruta graveolens</i> |
| Cedron | <i>Simaba cedron</i> |
| Romeron | <i>Rosmarinus officinalis</i> |
| Llanten | <i>Plantago major</i> |

Fuente Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2010) *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales Informe Nacional Panamá* Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/013/al595S/al595S.pdf>

Cuadro 20 Plantas ornamentales, según especie, distrito de Santiago

| Nombre Común | Nombre científico |
|------------------------------------|---|
| Veranera de flores de color morado | <i>Bougainvillea glabra X buttiana</i> |
| Lirio silvestre | <i>Zephyranthes Grandifolia</i> |
| Colio | <i>Coleus blumei</i> |
| Jazmín | <i>Jasminum grandiflorum</i> |
| Bandera española | <i>Canna X generalis</i> |
| Ficus benjamina | <i>Moraceae</i> |
| Ixora coccinea sunkist | <i>Bouquet de novia enana color naranja</i> |
| Ixora coccinea sunkist | <i>Bouquet de novia enana color rojo</i> |
| Croton de varios colores | <i>Codiaeum variegatum</i> |
| Papo blanco | <i>Hibiscus snow queen variegated</i> |
| Ginger rojo | <i>Alpinia purpurata</i> |
| Anturio | <i>Anthurium andreanum</i> |
| Copa de oro | <i>Allamandra cathartica</i> |
| Dracena | <i>Dracena marginata</i> |
| Chavelitas de varios colores | <i>Vinca rosea</i> |

Fuente Paisajismo plantas arbustos palmas y arboles (s f) Recuperado de https://micanaldepanama.com/wp-content/uploads/2013/08/32%2090%2000%20_%20Paisajismo%20Plantas%20Arbustos%20y%20Arboles.pdf

1 11 2 Fauna

El distrito de Santiago es habitat de una diversidad de especies de mamíferos como Ardillas Conejo Pintado Puerco de Monte Tigrillo y Saino (Vease cuadro 21)

Reptiles característicos como lo son la Iguana Verde Boa Meracho y Lagartija (Vease cuadro 22)

Aves silvestres y domésticas tales como Gavilán Loro Perico Carpintero Guichichi Tijereta Golondrina Palomas Halcón y Tortola (Vease cuadro 23)

Algunas especies de agua dulce como Barbudo Robalo Trucha de río Guabina crustáceos como Cangrejo de río Camarón de río moluscos como las Concha de río y Caracol (Vease cuadro 24)

Dentro de los insectos se encuentran la Mosca Grillo Hormiga etc (Vease cuadro 25)

Cuadro 21 Mamíferos, según especie, distrito de Santiago

| Nombre Comun | Nombre científico |
|---------------------|------------------------------|
| Tigrillo | <i>Leopardus weidii</i> |
| Gato de agua | <i>Lontra longicaudis</i> |
| Puerco de monte | <i>Tayassu pecari</i> |
| Armadillo | <i>Dasypus novemcinctus</i> |
| Ñeque | <i>Dasyprocta punctata</i> |
| Ardilla | <i>Sciurus richmondi</i> |
| Conejo pintao | <i>Cuniculus paca</i> |
| Saino | <i>Tayassu pecari</i> |
| Murcielago | <i>Ametrida centurio</i> |
| Zarigüeya | <i>Didelphys marsupialis</i> |

Fuente Fundación de Parques Nacionales y Medio Ambiente Fundación PA NA M A (2007) *Informe sobre el Estado del Conocimiento y Conservación de la Biodiversidad y de las Especies de Vertebrados de Panamá* Recuperado de <https://biota.files.wordpress.com/2010/08/informe-panama-estado-de-conservacion-de-especies-2007.pdf>

Cuadro 22 Reptiles, según especie, distrito de Santiago

| Nombre Comun | Nombre científico |
|---------------------|-----------------------------------|
| Iguana verde | <i>Iguana iguana</i> |
| Lagartija | <i>Sphaerodactylus lineolatus</i> |
| Meracho | <i>Basiliscus basiliscus</i> |
| Borriguero | <i>Ameiva festiva</i> |
| Boa | <i>Boa constrictor</i> |
| Terciopelo | <i>Bothrops asper</i> |
| Culebra coral | <i>Scaphiodontophis annulatus</i> |
| Culebra bejuquilla | <i>Leptophis ahaetulla</i> |

Fuente Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (S T R I) (2016)
 Panama *Especies de base de datos* Recuperado de
<http://biogeodb.stri.si.edu/biodiversity/taxa/1/>

Cuadro 23 Aves, según especie, distrito de Santiago

| Nombre Comun | Nombre científico |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Gavilan Sabanero | <i>Buteogallus meridionalis</i> |
| Paloma Domestica | <i>Columba livia</i> |
| Tortolita Comun | <i>Columbina passerina</i> |
| Halcon Peregrino | <i>Falco peregrinus</i> |
| Tortola Sabanera | <i>Zenaida auriculata</i> |
| Piha Rojiza | <i>Lipaugus unirufus</i> |
| Paloma Perdiz Cabecicastaña | <i>Zentrygon goldmani</i> |
| Perico frentirrojo | <i>Psittacara finschi</i> |
| Buho Terrestre | <i>Athene cunicularia</i> |
| Lechuza Comun | <i>Tyto alba</i> |
| Loro Frentirrojo | <i>Amazona autumnalis</i> |
| Gallinazo Negro | <i>Coragyps atratus</i> |
| Golondrina Tijereta | <i>Hirundo rustica</i> |
| Tijereta Sabanera | <i>Tyrannus savana</i> |
| Carpintero Coronirrojo | <i>Melanerpes rubricapillus</i> |
| Copeton Panameño | <i>Myiarchus panamensis</i> |
| Pava Crestada | <i>Ortalis cinereiceps</i> |
| Codorniz Crestada | <i>Colinus cristatus</i> |

Fuente Sociedad Audubon de Panama (2016) *Lista de las aves de Panama*
 Recuperado de <http://www.audubonpanama.org/w/wp-content/uploads/Panama-checklist-2016.pdf>

Cuadro 24 Peces, crustaceos y moluscos, según especie, distrito de Santiago

| Nombre Comun | Nombre científico |
|---------------------------|-----------------------------------|
| Olomina | <i>Cynodonichthys hildebrandi</i> |
| Guavina | <i>Gobiomorus maculatus</i> |
| Barbudo | <i>Arius kessleri</i> |
| Bagre besudo | <i>Cathorops tuyra</i> |
| Robalo | <i>Centropomus nigrescens</i> |
| Trucha de tierra caliente | <i>Agonostomus monticola</i> |
| Bobo | <i>Joturus pichardi</i> |
| Mojarras | <i>Eucinostomus melanopterus</i> |
| Camaron de agua dulce | <i>Macrobrachium americanum</i> |
| Camaron de agua dulce | <i>Macrobrachium digueti</i> |
| Cangrejo de río | <i>Pseudothelphusa richmondi</i> |
| Caracol de río | <i>Melanoides tuberculata</i> |
| Concha de río | <i>Polymesoda radiata</i> |
| Caracol manzana | <i>Pomacea zeteki</i> |

Fuente Vega A J Robles A J Tuñón O y Barrera C (2006) *FAUNA ACUATICA DEL AREA CENTRO OCCIDENTAL DE PANAMA* Revista Tecnociencia Vol 8 N° 2 87 100

Cuadro 25 Insectos, aracnidos y gusanos, segun especie, distrito de Santiago

| Nombre Comun | Nombre cientifico |
|----------------|-----------------------------|
| Cigarra | <i>Fidicina mannifera</i> |
| Grillo | <i>Orthoptera Gryllidae</i> |
| Saltamanonte | <i>Lophacris gloriosa</i> |
| Hormigas | <i>Paraponera clavata</i> |
| Mosca dientona | <i>Corydalis sp</i> |
| Avispa | <i>Timulla sp</i> |
| Mariposas | <i>Amartia amathea</i> |
| Mosca | <i>Ornidia Odesa</i> |
| Abeja | <i>Exarete sp</i> |

Fuente Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (S T R I) (2016)
Insects Friends and Foes Recuperado de
http://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/insect_gallery/index.php

2 Características demográficas

2.1 Población total y densidad

El distrito de Santiago tiene una población de 88 997 habitantes según el Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2010. La densidad de población es de 91.7 habitantes por Km², la mayor de la provincia.

Los corregimientos más densamente poblados son San Martín de Porres (1 001.5 hab. por Km²), Santiago cabecera (702.6 hab. por Km²) y Canto del Llano (168.4 hab. por Km²) (Véase cuadro 26).

Estos corregimientos poseen una alta densidad, puesto que son los más urbanizados, también influyen su cercanía a la ciudad de Santiago, lo que ha generado un proceso de conurbación por la gran cantidad de barriadas que se están construyendo para las personas que emigran de otras áreas de la provincia y del país atraídos por el desarrollo comercial, empleos y los servicios que brinda.

2.2 Estructura de la población por sexo y grupos de edad

La población del distrito de Santiago según el censo del 2010 fue de 88 997, de los cuales el 49.4% son hombres y el 50.6% mujeres. El índice de masculinidad es de 97.7 hombres por cada cien mujeres, una diferencia de 2.3 puntos porcentuales.

La población por grupos, entre las edades de 20 a 64 años, es adulta con un porcentaje de 56.54%, la población joven de 0 a 19 años de edad representa el 35.50% y la adulta mayor de 65 años y más corresponde al 7.86% (Véase cuadro 27 y fig. 26).

Cuadro 26 Superficie, poblacion y densidad por corregimiento, distrito de Santiago (censo 2010)

| Corregimiento | Km² | Poblacion | Densidad (hab por Km²) |
|------------------------|-----------------------|------------------|--|
| Total | 970 9 | 88,997 | 91 7 |
| Santiago (Cabecera) | 44 2 | 31 065 | 702 6 |
| La Colorada | 65 2 | 2 128 | 32 6 |
| La Peña | 117 6 | 3 990 | 33 9 |
| La Raya de Santa Maria | 107 6 | 3 268 | 30 4 |
| Ponuga | 289 7 | 2 798 | 9 7 |
| San Pedro del Espino | 22 5 | 1 629 | 72 4 |
| Canto del Llano | 79 1 | 13 331 | 168 4 |
| Los Algarrobos (2) | 63 4 | 5 490 | 86 6 |
| Carlos Santana Avila | 67 6 | 4 059 | 60 0 |
| Edwin Fabrega (13) | 35 4 | 3 434 | 97 1 |
| San Martin de Porres | 16 4 | 16 406 | 1 001 5 |
| Urraca | 62 1 | 1 399 | 22 5 |

Fuente Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) Censo de Poblacion y Vivienda 2010

Cuadro 27 Poblacion segun sexo y grupos de edad, distrito de Santiago (censo 2010)

| Grupos de edad | Total | | HOMBRES | | MUJERES | |
|----------------|--------|------------|---------|------------|---------|------------|
| | Total | Porcentaje | Total | Porcentaje | Total | Porcentaje |
| | 88 997 | 100 0 | 43 947 | 49 4 | 45 050 | 50 6 |
| 0 4 | 7 609 | 8 5 | 3 828 | 4 3 | 3 781 | 4 2 |
| 5 9 | 7 548 | 8 5 | 3 883 | 4 4 | 3 665 | 4 1 |
| 10 14 | 7 926 | 8 9 | 4 139 | 4 7 | 3 787 | 4 3 |
| 15 19 | 8 698 | 9 8 | 4 214 | 4 7 | 4 484 | 5 0 |
| 20 24 | 7 787 | 8 7 | 3 824 | 4 3 | 3 963 | 4 5 |
| 25 29 | 7 015 | 7 9 | 3 478 | 3 9 | 3 537 | 4 0 |
| 30 34 | 6 816 | 7 7 | 3 266 | 3 7 | 3 550 | 4 0 |
| 35 39 | 6 242 | 7 0 | 3 009 | 3 4 | 3 233 | 3 6 |
| 40 44 | 5 805 | 6 5 | 2 804 | 3 2 | 3 001 | 3 4 |
| 45 49 | 5 386 | 6 1 | 2 594 | 2 9 | 2 792 | 3 1 |
| 50 54 | 4 608 | 5 2 | 2 229 | 2 5 | 2 379 | 2 7 |
| 55 59 | 3 661 | 4 1 | 1 845 | 2 1 | 1 816 | 2 0 |
| 60 64 | 2 836 | 3 2 | 1 437 | 1 6 | 1 399 | 1 6 |
| 65 69 | 2 263 | 2 5 | 1 120 | 1 3 | 1 143 | 1 3 |
| 70 74 | 1 895 | 2 1 | 927 | 1 0 | 968 | 1 1 |
| 75 79 | 1 283 | 1 4 | 598 | 0 7 | 685 | 0 8 |
| 80 y mas | 831 | 0 9 | 374 | 0 4 | 457 | 0 5 |

Fuente Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) Censo de Poblacion y Vivienda 2010

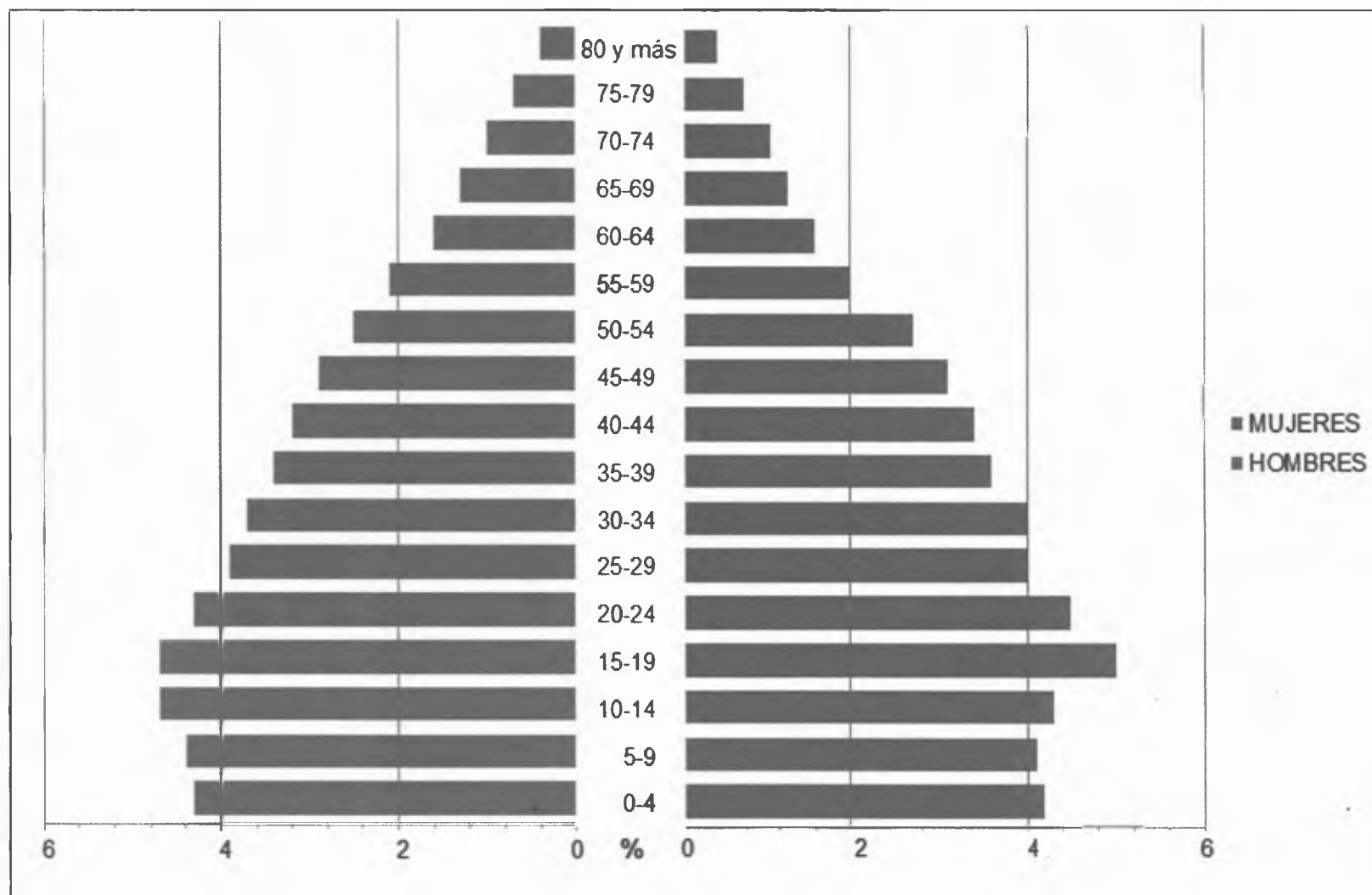


Fig. 26 Pirámide población del distrito de Santiago.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panamá (INEC). Censo de Población y Vivienda 2010.

3. Características económicas.

Las principales actividades económicas de la población ocupada para el censo del 2010, son las no agropecuarias, es decir las del sector terciario y secundario.

En el sector terciario los servicios constan con la mayor cantidad de mano de obra, siendo el comercio al por mayor y al por menor el de más alta importancia; seguido del sector educativo, la construcción, turismo y otros con un 81.9%.

El sector industrial no se encuentra consolidado, porque las industrias presentes en su mayoría son agroindustriales, alimentarias, manufactureras y representa el 8.8%.

En el sector primario prevalece la ganadería, la agricultura de subsistencia y la mecanizada, la caza, silvicultura y pesca, lo que representa el 9.3% de la población ocupada. (Véase fig. 27)

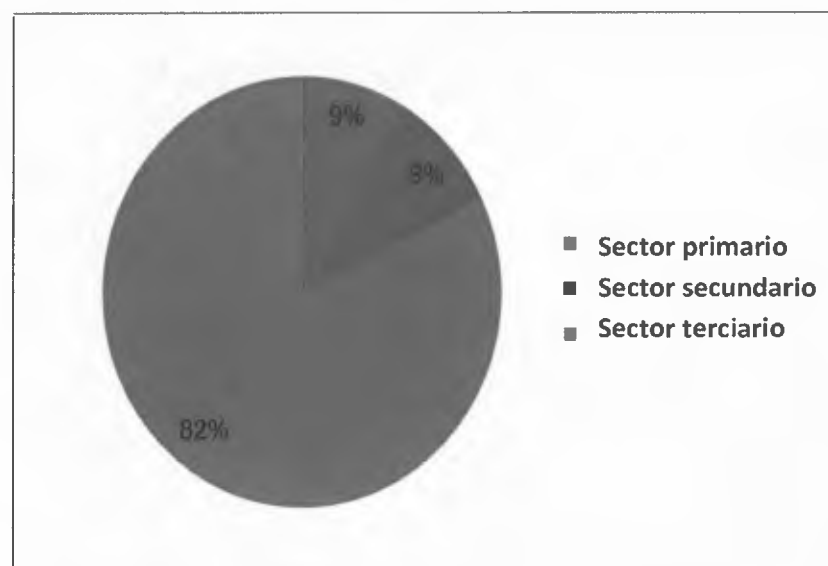


Fig. 27 Sectores de producción, según porcentaje, distrito de Santiago.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panamá (INEC). Censo de Población y Vivienda 2010.

3.1 Población económicamente activa y no activa.

La población económicamente activa, según el censo del año 2010, fue de 38,749 habitantes (52.6%), 3,360 de los ocupados en actividades agropecuarias 3,360. Los ocupados en actividades no agropecuarias fueron 32,949 habitantes. La población no económicamente activa fue de 34,966 habitantes, lo que corresponde al 47.4%. (Véase Cuadro 28 y fig. 28)

Cuadro 28. Población económicamente activa y no activa, distrito de Santiago (censo 2010).

| Total | Ocupados | | | Desocupados | No económica mente activa |
|--------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|---------------------------|
| | En actividades agropecuarias | En actividades no agropecuarias | Población económicamente activa | | |
| 36,309 | 3,360 | 32,949 | 38,749 | 2,440 | 34,966 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). Censo de Población y Vivienda 2010.

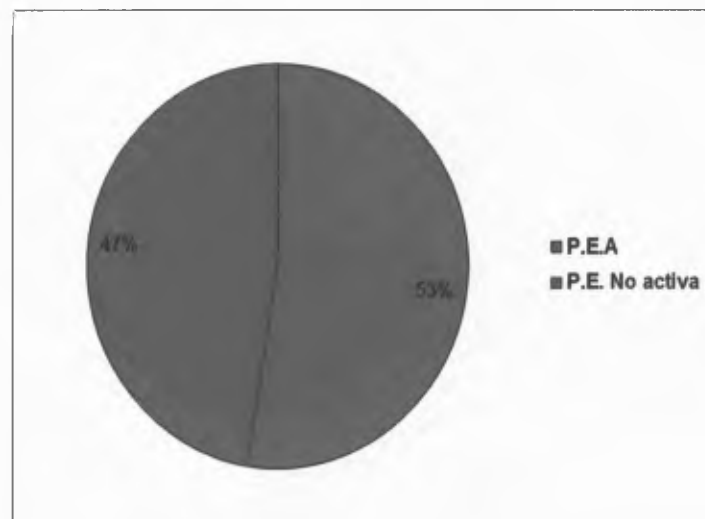


Fig. 28 Población económicamente activa y no activa del distrito de Santiago.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panamá (INEC). Censo de Población y Vivienda 2010.

3 2 Ingreso de los hogares

Los ingresos son la cantidad de dinero que se recibe regularmente por cualquier concepto incluyendo el salario que es la cantidad de dinero que obtiene un trabajador cada quincena por el servicio prestado dentro de cualquier actividad economica

Los ingresos por hogar que prevalecen en el distrito de Santiago cabecera son de 101 a 599 balboas mensuales con el 42 25% Los ingresos de 1 000 a 1 999 balboas son el segundo mas alto con el 21 16% Los ingresos de 600 a 999 balboas ocupan el tercer lugar con el 20 46% los ingresos menores a 100 balboas representan el 7 12% entrando dentro del rango de pobreza con pocos recursos para tener una vivienda vestido y alimentacion adecuada

Los ingresos de 2 000 y mas corresponden al 9 70% siendo los mas altos ingresos de la poblacion que permite sufragar apropiadamente las necesidades y tener comodidades que otro tipo de personas no puede

Si se compara los ingresos del area urbana y el area rural los ingresos del area rural menores a 100 balboas son mayores 11 46% comparados con el 4 18% del area rural

Los ingresos de 101 a 599 balboas tambien son de mayor porcentaje en el area rural mas de la mitad de los ingresos 52 69% mientras que en el area urbana el 33 99%

Los ingresos de 600 a 999 en el area urbana representaron el 22 48% y en la rural el 17 49% La remuneracion de 1 000 a 1 999 en el area urbana fueron casi el doble 26 32% y el area rural 13 57% Por ultimo los ingresos de 2 000 a 2 999

balboas fueron tres veces mayores a los del area rural y los ingresos de mas de 3 000 balboas 5 86% en al area urbana y 2 57% en el area rural (Vease cuadro 29 fig 29 y 30)

Cuadro 29 Grupo de ingreso de los hogares, segun area, distrito de Santiago (censo 2010)

| Grupos de ingreso | TOTAL | | URBANA | | RURAL | |
|-------------------|-------|------------|--------|------------|-------|------------|
| | Total | Porcentaje | Total | Porcentaje | Total | Porcentaje |
| Total 6 | 24173 | 100 0 | 14391 | 100 0 | 9782 | 100 0 |
| Menos de 100 | 1722 | 7 12 | 601 | 4 18 | 1121 | 11 46 |
| 101 599 | 10046 | 41 56 | 4892 | 33 99 | 5154 | 52 69 |
| 600 999 | 4945 | 20 46 | 3234 | 22 48 | 1711 | 17 49 |
| 1 000 1 999 | 5115 | 21 16 | 3788 | 26 32 | 1327 | 13 57 |
| 2 000 2 999 | 1250 | 5 17 | 1032 | 7 18 | 218 | 2 23 |
| 3 000 y mas | 1095 | 4 53 | 844 | 5 86 | 251 | 2 57 |

Fuente Instituto Nacional de Estadistica y Censo (INEC) Censo de Poblacion y Vivienda 2010

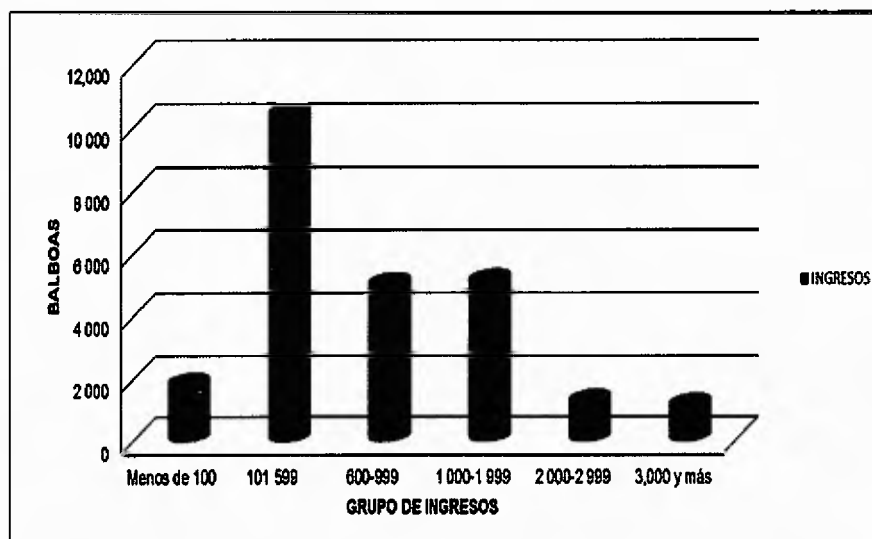


Fig 29 Ingreso de los hogares del distrito de Santiago

Fuente Instituto Nacional de Estadistica y Censo de Panama (INEC) Censo de Población y Vivienda 2010

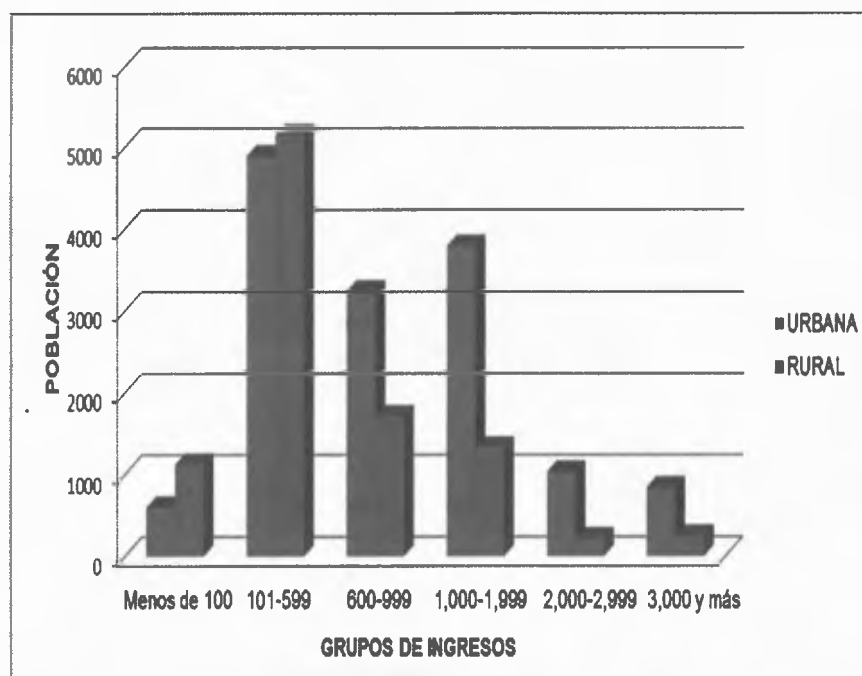


Fig. 30 Gráfica de ingreso de los hogares del distrito de Santiago.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panamá (INEC). Censo de Población y Vivienda 2010.

**CAPITULO IV PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA
PLANTA DE RECICLAJE Y RELLENO SANITARIO**

1 Criterios tecnicos para la implementacion de un relleno sanitario

Para la evaluacion y seleccion de los sitios se establecieron diversos criterios tecnicos socioeconomicos y fisicos del distrito de Santiago que permitieran identificar las areas con mayor capacidad de acogida para la implementacion de un relleno sanitario y planta de reciclaje Se considero que el estudio fuese factible economicamente y estructuralmente pero especialmente compatible con la poblacion y el ambiente tratando de prevenir posibles impactos negativos

Se presentan a continuacion algunas similitudes y diferencias en diversos criterios planteados por diversos organismos internacionales Se plantea para este proyecto el Decreto Ejecutivo No 275 de 21 de julio de 2004 que regula la implementacion de rellenos sanitarios (Vease cuadro 30)

Despues de elegidos los sitios finales se evaluaron otros criterios importantes para la eleccion del lugar optimo la superficie del sitio la distancia a vias la cuenca visual y la cuenca de drenaje con su acumulacion de flujo

Cuadro 30 Principales criterios para la seleccion de sitios optimos para la implementacion de un relleno sanitario

| Criterios | Agencia de Proteccion Ambiental de los E U EPA/1991 | SEDESOL (Mexico 1990 NTE CRM 001/90) | OPS (Copenhague 1971) | Decreto Ejecutivo No 275 de 21 de julio de 2004 (ley para la implementacion de rellenos sanitarios) | Propuestos por investigador |
|--|---|--|---|---|--|
| Tamaño del sitio | | | | | 30 has |
| Vida útil del sitio | | Vida útil mínima de 7 años | | | Vida útil de 15 años |
| Cursos de agua superficiales | | A una distancia mayor de 500 m | | En niveles inferiores de las aguas de fuentes superficiales para abastecimiento de agua para consumo humano | Distancia de 200 metros |
| Material de cobertura | | Suficiente material para la cobertura diaria de los residuos solidos que reciba durante su vida útil | Es indispensable disponer de suficiente material de cobertura durante toda la operacion del relleno | | En el sitio o cercano |
| Topografía | | La pendiente media del terreno natural del sitio no debe ser mayor de 30% | | | De 0 a 10° |
| Hidrogeologia profundidad del manto freatico | | A una distancia mayor de 10 m del nivel freatico | | | Necesario estudio geotecnico luego de la seleccion de los sitios |
| Localizacion del sitio | 3 Km de aeropuertos | Mayor de 3 Km del area urbana | A una distancia no menor de 200 | A 2 Kilometros como minimo de poblados y 8 | A 10 Km de poblados |

| | | | | | |
|---|--|--|--|---|---|
| | | | m del area residencial mas cercana | Km de aeropuertos | |
| Vias de acceso | | Una distancia mayor de 200 m de las vias en area de facil y rapido acceso por carretera o camino transitable en toda epoca del año | Adecuado acceso vial desde el area de recoleccion | | A 200 m de vias |
| Zonas sismicas | Se ubicaran a 60 m o mas de las fallas | A una distancia de 500 m | | Alejados de fallas o riesgos geologicos potenciales | A 200 m de fallas o fracturas |
| Llanuras de inundacion | Periodos de retorno de 100 años | | | Fuera de planicie de inundacion con un periodo de recurrencia mayor de 100 años | Fuera de llanuras de inundacion |
| Proximidad al area de recoleccion de desechos | | | A una distancia que permita el uso economico de los vehiculos recolectores | | No mayor a 15 Km |
| Permeabilidad de los suelos | | Coeficiente de permeabilidad de 10 6 cm/seg | | | Textura arcillosa coeficiente de permeabilidad de 10 6 cm/seg |
| Drenaje | | Debera tener buen sistema de drenaje natural | | | Buen drenaje natural |
| Distancia a pozos de abastecimiento de agua potable | | | | No a menos de 1 000 metros de pozos de abastecimiento de agua para consumo humano | |
| Areas protegidas | | Fuera de las areas naturales protegidas | | | Fuera de agua protegida |

2 Proyeccion de crecimiento de la poblacion usuaria del servicio de recoleccion de los residuos solidos urbanos, años 2015 2030

El promedio fue de 3 68 de habitantes por vivienda en el distrito de Santiago segun el censo de Poblacion y Vivienda del año 2010

Es importante recalcar que el sistema de recoleccion se da por vivienda y no por persona. Los usuarios como comercios, entidades gubernamentales e industrias se expresan individualmente.

Se tomo como base los habitantes por vivienda multiplicado por la cantidad de usuarios residenciales, que dio como resultado un estimado de la poblacion que actualmente recibe el servicio, y en base a ella se estimo el crecimiento de la poblacion.

De la siguiente forma:

Poblacion que recibe el servicio = 3 7 (promedio de habitantes por viviendas) x 18 222 (usuarios residenciales 2015)

Poblacion aproximada que recibe el servicio = 60 406 habitantes

Los usuarios particulares, comercios, entidades gubernamentales e industrias se dejaron igual, por no contar con una cifra confiable de crecimiento.

Para realizar la proyeccion del crecimiento de la poblacion se utilizo la tasa de crecimiento promedio en base a las proyecciones realizadas por la Contraloria General de la Republica de Panama.

Para el año 2015 la poblacion proyectada fue de 97 968 habitantes.

Para el año 2020 la poblacion proyectada fue de 100 127.

Para el calculo de la tasa de crecimiento anual se aplico la siguiente formula tomada del Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panama (INEC)

| | |
|--|----------------------|
| | t tiempo en años |
| Tasa de crecimiento = $\frac{1}{t} \times \ln \left(\frac{P_f}{P_i} \right)$ | Ln logaritmo natural |
| | Pf poblacion final |
| Tasa de crecimiento = $\frac{1}{5} \times 2\,718 \times \left(\frac{100\,127}{97\,968} \right)$ | Pi poblacion inicial |

Se realizo en calculo a las tasas de crecimiento del año 2015 al 2020 resultando un crecimiento promedio de 0.56%. Esta tasa fue la utilizada para proyectar la poblacion hasta el 2030

Se empleo la formula empleada por Jaramillo 2002

$$P(1+r)^n$$

$$P \text{ Poblacion año 2015} = 60\,406$$

$$r = 0.0056$$

Poblacion proyectada

$$\text{Poblacion 2016} = 60\,406 (1+0.0056)^1$$

$$\text{Poblacion 2016} = 60\,744$$

$$\text{Poblacion 2017} = 60\,406 (1+0.0056)^2$$

$$\text{Poblacion 2017} = 61\,084$$

De esta forma se calcularon todos los años proyectados para la poblacion usuaria del sistema de recoleccion de residuos solidos del distrito de Santiago (Vease cuadro 31)

Cuadro 31 Proyeccion de la poblacion de usuarios residenciales, municipio de Santiago, años 2015 a 2030

| Años | Proyeccion de la poblacion |
|-------------|-----------------------------------|
| 2015 | 60 406 |
| 2016 | 60 744 |
| 2017 | 61 084 |
| 2018 | 61 427 |
| 2019 | 61 771 |
| 2020 | 62 116 |
| 2021 | 62 464 |
| 2022 | 62 814 |
| 2023 | 63 166 |
| 2024 | 63 520 |
| 2025 | 63 875 |
| 2026 | 64 233 |
| 2027 | 64 593 |
| 2028 | 64 954 |
| 2029 | 65 318 |
| 2030 | 65 684 |

Fuente datos generados por investigador partir de las proyecciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panama (INEC)

3 Proyeccion de produccion de desechos, años 2015 2030

La empresa encargada del servicio SACOSA no tiene registros de la generacion total de desechos de los años anteriores al 2015

El promedio per capita diario por usuario residencial se logro de la siguiente manera

Promedio per capita = produccion total de desechos entre usuarios residenciales proyectados entre los usuarios proyectados

Para el año 2015 = 121 666 67 Kg /60 406

= 2 014 Kg per capita diario

Con la poblacion proyectada y el calculo de la produccion per capita se estimo la produccion de desechos desde el año 2015 al 2030 tomando como referencia la formula empleada por Rodriguez y Ceron 2012

$$RS = (\text{Paño} * \text{PPC año} * 313) / 1\ 000$$

Donde

RS total de residuos solidos por año

Paño Poblacion proyectada en el año x (2015)

PPC año Produccion per capita en el año x (Kilogramos)

365 dias del año (se utilizo el numero 313 ya que solo se recoge la basura de lunes a sabado y no los 365 dias del año)

1000 (equivalencia de kilogramos a toneladas)

Desechos proyectados año 2015

$$= (60\ 406 * 2\ 014 * 313) / 1000$$

$$= 38\ 081\ 668 \text{ toneladas}$$

Desechos proyectados año 2016

$$= (60\ 744 * 2\ 014 * 313) / 1000$$

$$= 38\ 291\ 924 \text{ toneladas}$$

Desechos proyectados año 2017

$$= (61\,084 \times 2\,014 \times 313) / 1000$$

$$= 38\,506\,254 \text{ toneladas}$$

De esta forma se realizaron todas las proyecciones hasta el año 2030 (Vease cuadro 32)

Cuadro 32 Proyeccion de produccion de desechos residenciales, municipio de Santiago, año 2015 a 2030

| Años | Produccion de desechos (toneladas anuales) | Produccion de desechos (kilogramos anuales) |
|-------------|---|--|
| 2015 | 38 078 86 | 38 078 855 09 |
| 2016 | 38 291 92 | 38 291 924 21 |
| 2017 | 38 506 25 | 38 506 254 09 |
| 2018 | 38 722 48 | 38 722 475 11 |
| 2019 | 38 939 33 | 38 939 326 52 |
| 2020 | 39 156 81 | 39 156 808 31 |
| 2021 | 39 376 18 | 39 376 181 25 |
| 2022 | 39 596 81 | 39 596 814 95 |
| 2023 | 39 818 71 | 39 818 709 41 |
| 2024 | 40 041 86 | 40 041 864 64 |
| 2025 | 40 265 65 | 40 265 650 25 |
| 2026 | 40 491 33 | 40 491 327 01 |
| 2027 | 40 718 26 | 40 718 264 53 |
| 2028 | 40 945 83 | 40 945 832 43 |
| 2029 | 41 175 29 | 41 175 291 48 |
| 2030 | 41 406 01 | 41 406 011 29 |

Fuente: datos generados por investigador

4 Estimacion de la superficie adecuada para la implementacion de una planta de reciclaje y relleno sanitario

Para determinar el area para la construccion de una planta de reciclaje y un relleno sanitario fue necesario tener en cuenta ciertos datos obtenidos anteriormente como el crecimiento de la poblacion y de la produccion de residuos

Otros factores importantes que se deben considerar son la capacidad de compactacion de los desechos el material de cobertura del relleno la profundidad de las zanjias celdas o fosas y el factor de incremento de la superficie debido a la construccion de cerca perimetral casetas de control e infraestructuras necesarias para su funcionamiento

El area determinada para la construccion de la planta de reciclaje propuesta es de 3 0 hectareas 2 para la planta de reciclaje y 1 para un area de compostaje superficie necesaria para un manejo adecuado de los desechos que ingresan para su posterior tratamiento y embalaje

El calculo del area para el relleno sanitario es mas complejo debido a los factores mencionados anteriormente

Se utilizo una metodologia validada en multiples investigaciones para la construccion de rellenos sanitarios

Para determinar la superficie del relleno se realizaron los siguientes procedimientos

- Se calculo la proyeccion de crecimiento de la poblacion
- Se calculo proyeccion de crecimiento de los desechos

- Se determino la produccion de desechos en Kg y toneladas por habitantes diarios y anuales
- La capacidad de compactacion de los desechos estimada en 500 Kg por m³
- La capacidad de estabilizacion de los desechos estimada en 600 Kg por m³
- El factor de incremento por el material de cobertura es de 20%
- Se determinaron las profundidades de las zanjas o celdas de 4 0 metros
- El factor de incremento del area debido a las construcciones de cerca perimetral e infraestructura necesaria es de 30%

Una planta de reciclaje construida donde se reutiliza cerca del 80 0% de los residuos disminuye la cantidad total para el estudio se establecio el 70 0% por ello es necesario restar ese porcentaje del total de la produccion diaria y por ende la anual

Se empleo el procedimiento utilizado por Jaramillo 2002 adaptado a los datos generados anteriormente

Para el año 2015 fue el siguiente

Produccion per capita = produccion total de desechos diarios/ poblacion usuaria

Produccion per capita = 121 666 67/ 60 406

= 2 01 Kg diarios

Produccion de desechos anual = desechos diarios x dias de recoleccion

Produccion de desechos anual = 121 666 67 Kg x 313 dias (lunes a sabado)

= 38 081 666 67 Kg

4 1 Volumen de desechos para relleno diario

Desechos reciclados (70%) = 85 166 66 Kg

Desechos no reciclados (30%) = 36 50 01

= desechos diarios reciclados – desechos no reciclados / 500 Kg x m³

= 85 166 66 Kg/ 500 Kg x m³

= 170 33 m³

4 2 Volumen de desechos para relleno anual

= Volumen de desechos para relleno anual x 313 dias + material de cobertura (tierra para cubrir los desechos se estima un 20% del total del volumen de basura compactado)

= 170 33 m³ x 313 dias

= 53 314 33 m³ + 10 662 87m³ (20% de total de volumen de basura compactado)

= 63 977 20 m³

4 3 Area para el relleno sanitario

= volumen de desechos para relleno anual / profundidad de celdas o zanjas + 30 % incremento para infraestructuras adicionales (solo primer año)

= 69 308 64 m³/4 metros

= 15 994 30 m² + 4 798 29 m² (30% de incremento)

= 20 792 59 m²/10 000

= 2 08 Hectareas

Para los años siguientes se tomaron las mismas escalas

Se determino un area aproximada de 26 93 para un relleno sanitario con una vida util de 15 años tomado como referencia un minimo de 70 0% de reciclaje de desechos

A la cantidad del relleno se le suma el area para la creacion de la planta de reciclaje de 3 0 has lo que da como resultado una superficie total de 29 93 Has (Vease cuadro 33)

Cuadro 33 Estimacion de la superficie necesaria para la implementacion de un relleno sanitario, municipio de Santiago, años 2015 a 2030

| Ano | Desechos Kg | Menos reciclaje | Población | Tonelada ano | Compactado diario kg/m ³ | Anual m ³ | Estabilizados anual kg/m ³ | Relleno DS+MC | Area m ³ entre profundidad de zanja o celda | Mas incremento (30 /) | Tota Has |
|-------------------------|-------------|-----------------|-----------|---------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------|--|-----------------------|----------|
| 2015 | 121666 670 | 85 166 67 | 60 406 | 38 082 710 00 | 170 33 | 53 314 33 | 44 428 61 | 63 977 20 | 15 994 30 | 20 792 59 | 2 08 |
| 2016 | 122200 419 | 85 540 29 | 60 671 | 38 463 537 10 | 171 08 | 53 548 22 | 44 874 13 | 64 257 87 | 16 064 47 | 16 064 47 | 1 61 |
| 2017 | 122740 211 | 85 918 15 | 60 939 | 38 844 364 20 | 171 84 | 53 784 76 | 45 318 42 | 64 541 71 | 16 135 43 | 16 135 43 | 1 61 |
| 2018 | 123280 003 | 86 296 00 | 61 207 | 39 225 191 30 | 172 59 | 54 021 30 | 45 762 72 | 64 825 56 | 16 206 39 | 16 206 39 | 1 62 |
| 2019 | 123821 809 | 86 675 27 | 61 476 | 39 606 018 40 | 173 35 | 54 258 72 | 46 207 02 | 65 110 46 | 16 277 62 | 16 277 62 | 1 63 |
| 2020 | 124367 643 | 87 057 35 | 61 747 | 39 986 845 50 | 174 11 | 54 497 90 | 46 651 32 | 65 397 48 | 16 349 37 | 16 349 37 | 1 63 |
| 2021 | 124913 478 | 87 439 43 | 62 018 | 40 367 672 60 | 174 88 | 54 737 09 | 47 095 62 | 65 684 50 | 16 421 13 | 16 421 13 | 1 64 |
| 2022 | 125463 340 | 87 824 34 | 62 291 | 40 748 499 70 | 175 65 | 54 978 04 | 47 539 92 | 65 973 64 | 16 493 41 | 16 493 41 | 1 65 |
| 2023 | 126015 217 | 88 210 65 | 62 565 | 41 129 326 80 | 176 42 | 55 219 87 | 47 984 21 | 66 263 84 | 16 565 96 | 16 565 96 | 1 66 |
| 2024 | 126571 122 | 88 599 79 | 62 841 | 41 510 153 90 | 177 20 | 55 463 47 | 48 428 51 | 66 556 16 | 16 639 04 | 16 639 04 | 1 66 |
| 2025 | 127127 027 | 88 988 92 | 63 117 | 41 890 981 00 | 177 98 | 55 707 06 | 48 872 81 | 66 848 48 | 16 712 12 | 16 712 12 | 1 67 |
| 2026 | 127686 961 | 89 380 87 | 63 395 | 42 271 808 10 | 178 76 | 55 952 43 | 49 317 11 | 67 142 91 | 16 785 73 | 16 785 73 | 1 68 |
| 2027 | 128248 908 | 89 774 24 | 63 674 | 42 652 635 20 | 179 55 | 56 198 67 | 49 761 41 | 67 438 41 | 16 859 60 | 16 859 60 | 1 69 |
| 2028 | 128812 870 | 90 169 01 | 63 954 | 43 033 462 30 | 180 34 | 56 445 80 | 50 205 71 | 67 734 96 | 16 933 74 | 16 933 74 | 1 69 |
| 2029 | 129378 846 | 90 565 19 | 64 235 | 43 414 289 40 | 181 13 | 56 693 81 | 50 650 00 | 68 032 57 | 17 008 14 | 17 008 14 | 1 70 |
| 2030 | 129948 850 | 90 964 19 | 64 518 | 43 795 116 50 | 181 93 | 56 943 59 | 51 094 30 | 68 332 30 | 17 083 08 | 17 083 08 | 1 71 |
| Area del relleno (Has) | | | | | | | | | | 26 93 | |
| Area de la planta (Has) | | | | | | | | | | 3 00 | |
| Area total (Has) | | | | | | | | | | 29 93 | |

Fuente datos generados por investigador Tomado del formato utilizado por Rodriguez y Ceron 2012

Para un manejo adecuado de los residuos y el procesamiento en la planta de reciclaje se necesitara la colaboracion de la poblacion como fuente primaria su separacion en el origen mediante la seleccion de los residuos ya que son los responsables como generadores de los desechos

La separacion de desechos se debe dar por medio del etiquetado en bolsas negras o lo mas conveniente producir bolsas de colores para que la empresa encargada o el municipio las entreguen a las personas que forman parte del servicio de recoleccion de la basura

Las empresas tanto gubernamentales como privadas dentro de su funcionamiento tambien deben separar los residuos al igual que las industrias que producen en mayor cantidad

En los espacios publicos utilizar tanques de basura o de metal con sus respectivos colores e identificacion para que la poblacion empiece a tomar conciencia sobre el reciclaje

Para la separacion de los residuos se podran utilizar bolsas negras etiquetadas o de colores **bolsas de color naranja**, residuos organicos (cascaras de frutas hojas secas jardineria restos de comida) **bolsas de color azul**, papel carton y tetra pack (papel bond carton de cajetas revistas y otros) **bolsas de color gris**, plastico (botellas bolsas y otras) **bolsa de color amarillo** metal (lata de soda cerveza jugos) **bolsas de color verde**, vidrio (botellas de licor refrescos y otras) tambien seran recicladas las llantas en desuso Los demas residuos como chatarra aluminio cobre podran ser vendidos segun la calidad de los materiales

Los desechos no reciclables (pampers pañales ropa deterioradas envases de comida latas con sustancias toxicas carton de huevo papel de aluminio y recipientes de aluminio bolsas plasticas de papitas latas de habichuelas de comida de perro servilletas bombillas de lamparas pilas y otros) se depositaran en bolsas negras comunes Los desechos hospitalarios peligrosos seran segregados mediante bolsas de color rojo y depositado directamente el relleno de seguridad

De esta forma sera mas eficiente la separacion procesamiento y embalaje de los residuos reciclajes y la disposicion de los no reciclajes en el relleno sanitario

Es importante recalcar que existen otros productos para el reciclaje pero en menor proporcion debido a ello y en base a la funcion de la planta de reciclaje se proponen los mencionados con anterioridad

Debido a que a que la empresa de recoleccion no cuenta con datos sobre los diversos tipos de desecho y su porcentaje se tomo en consideracion la composicion tipica del relleno sanitario de cerro Patacon presentada por Vallester E 2010 que ofrece una idea del porcentaje aproximado de la produccion de los residuos

Se observa un alto porcentaje de residuos de comida y jardineria que se propone sean reciclados para la preparacion de compost

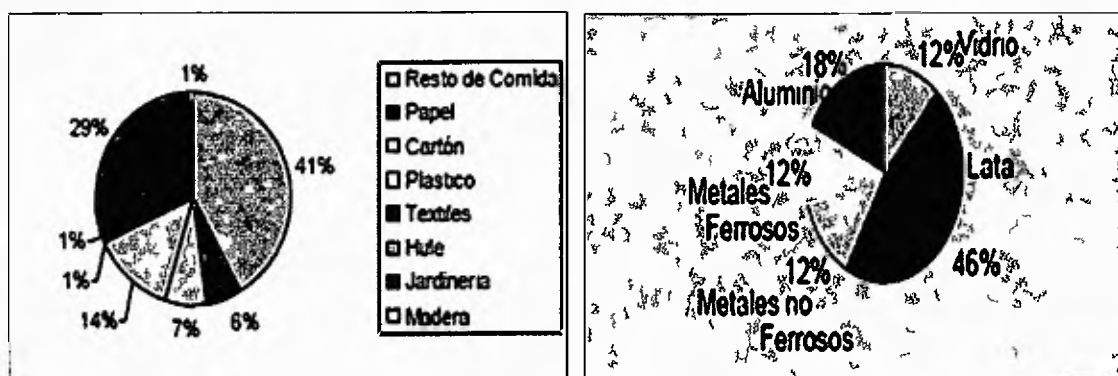


Fig 31 Composicion tipica de los desechos en Cerro Patacon

Fuente Vallester E (2010) *Gestion de residuos solidos impacto sobre los ecosistemas hidricos y zonas costeras*

5. Descripción de una planta de reciclaje.

Según la Compañía Gestión de residuos Soluciones Globales para el Reciclaje, 2016, “Una planta de clasificación de residuos, o también llamada planta de selección, es una instalación que combina procesos de selección automáticos y manuales con el objetivo de separar las fracciones recuperables de la mezcla de residuo y prepararlas para la comercialización”

La función de las plantas de clasificación es seleccionar el contenido del material entrante que llega allí, con la opción de separar las fracciones recuperables y prepararlas para la comercialización. Los materiales no separados se preparan para ser procesados con un tratamiento finalista (relleno sanitario).

5.1. Esquema de una planta de reciclaje.

Una planta de reciclaje o clasificación dispone de una combinación de procesos de selección mecánicos o automatizados y procesos manuales.

A continuación, se presenta el esquema por la Compañía - Gestión de residuos - Soluciones Globales. (Véase fig. 32)

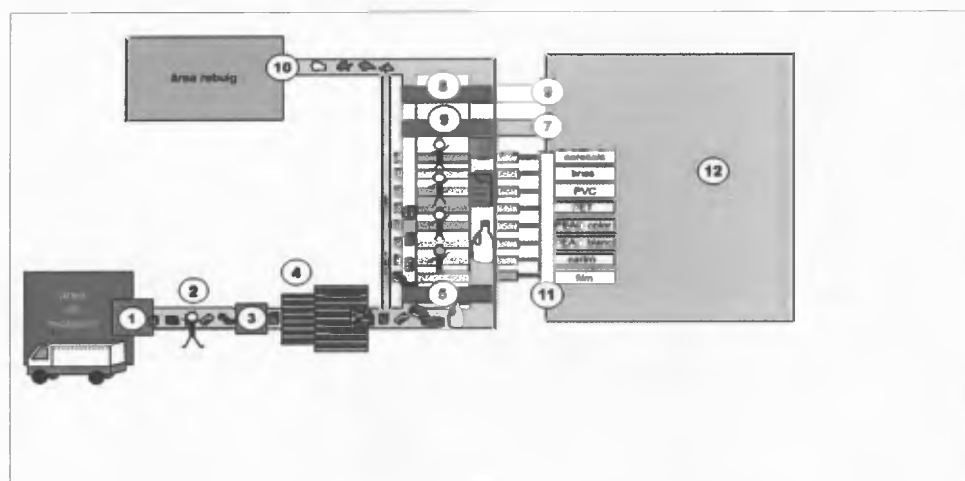


Fig. 32 Esquema de una planta de reciclaje.

Fuente: Compañía - Gestión de residuos Soluciones Globales para el Reciclaje. (2016). *Planta de clasificación de residuos y esquema de una planta.*

- 1 Recepcion residuos de la recogida selectiva
- 2 Cinta donde se separan los residuos voluminosos
- 3 Mecanismo automatico de apertura de bolsas para facilitar su separacion posterior
- 4 Area de seleccion granulometrica mediante un trommel se separan en 3 fracciones segun su tamaño
- 5 Aspiracion sistema que consigue separar el PEAD y el PEBD (plastico film bolsas etc)
- 6 Separacion magnetica mediante electroiman para separar los materiales ferricos
- 7 Prensa para compactar los envases metalicos ferricos
- 8 Separacion por induccion consiguiendo la separacion de los envases metalicos no ferricos
- 9 Prensa para compactar los envases metalicos no ferricos
- 10 Area de rechazo formado por los materiales no recuperables
- 11 Prensa para embalar los residuos recuperados
- 12 Area de almacenamiento donde se depositan los materiales recuperados para optimizar su transporte

El esquema basico de estas instalaciones de clasificacion o seleccion se puede dividir en cinco areas de trabajo

A. La zona de recepción de residuos:

Los camiones llegan a la zona de recepción y allí son pesados. Estos camiones provienen de la recogida selectiva las ciudades y poblaciones. Desde esta zona se alimenta la línea, desde donde se lleva a cabo la selección efectiva. (Véase fig. 33)



Fig. 33 Zona de recepción de los desechos.

Fuente: Compañía - Gestión de residuos Soluciones Globales para el Reciclaje. (2016). *Planta de clasificación de residuos y esquema de una planta.*

B. La línea de selección, mediante procesos mecánicos y manuales:

Esta sección es donde se conseguirá separar y clasificar los residuos que irán a reciclaje de los que no.

Existen varias opciones de selección:

b.1 Selección manual: los residuos pasan a través de una cinta de manera continua.

Los operarios van recogiendo manualmente aquellos residuos que sean rápidamente identificados y fáciles de obtener. (Véase fig. 34)



Fig. 34 Zona de selección manual de los desechos.

Fuente: Compañía - Gestión de residuos Soluciones Globales para el Reciclaje. (2016). *Planta de clasificación de residuos y esquema de una planta.*

b.2. Selección granulométrica: el objetivo de esta sección es separar los residuos por tamaños; esto se consigue gracias a un trommel, que es un cilindro de malla que va girando y posibilita que los residuos vayan cayendo. (Véase fig. 35)

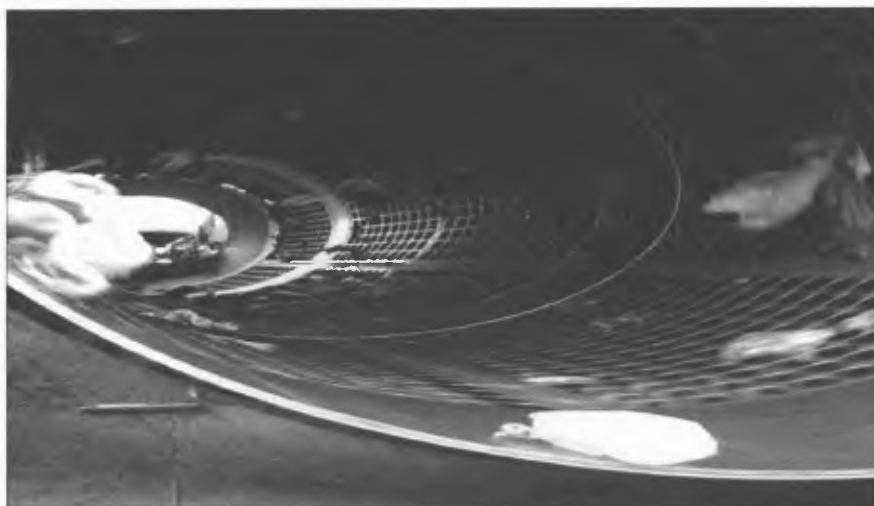


Fig. 35 Selección granulométrica de los residuos.

Fuente: Compañía - Gestión de residuos Soluciones Globales para el Reciclaje. (2016). *Planta de clasificación de residuos y esquema de una planta*

b 3 Selección densimétrica en esta sección se separan los residuos por densidades para conseguirlo se dispone de dos tipos de equipo como son la captación neumática y el separador balístico

C La zona de prensado y embalaje

Los productos clasificados y recuperados se embalan mediante prensas para facilitar y optimizar el transporte hasta las plantas de reciclaje (Vease fig 36)

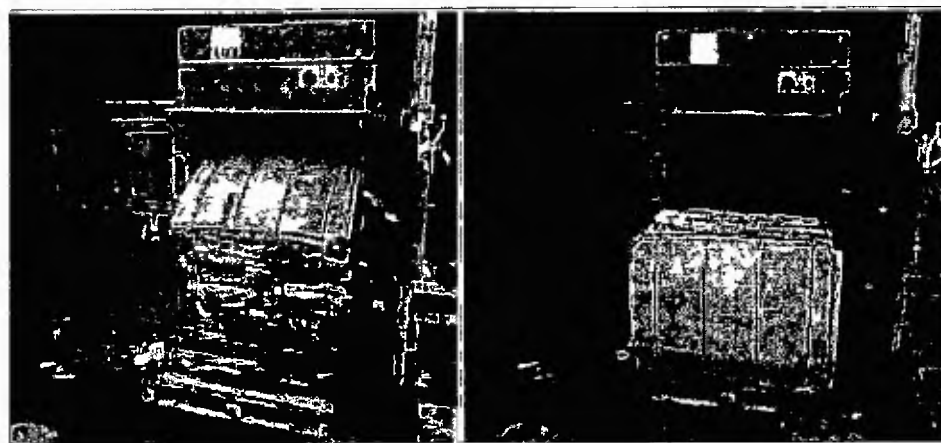


Fig 36 Zona de prensado y embalaje

Fuente Compañía Gestión de residuos Soluciones Globales para el Reciclaje (2016)
Planta de clasificación de residuos y esquema de una planta

D La zona de almacenamiento de materiales

Esta zona tiene por objeto almacenar los diferentes tipos de residuos prensados y embalados hasta conseguir una carga completa (Vease fig 37)



Fig. 37 Área de almacenaje.

Fuente: Compañía - Gestión de residuos Soluciones Globales para el Reciclaje. (2016). *Planta de clasificación de residuos y esquema de una planta.*

E. Las oficinas:

Espacio habilitado para la administración y control.

6. Descripción de un relleno sanitario.

“El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica”. (Jaramillo, 2002, p. 42)

Existen diversos tipos de relleno sanitario, de acuerdo a la cantidad de residuos sólidos a disponer.

Los rellenos manuales: se aplica en pequeñas poblaciones cuya generación de residuos es igual o menor a 15 toneladas diarias; no utiliza equipo pesado por los altos costos de operación y mantenimiento, solo algunas herramientas manipuladas por trabajadores de los poblados cercanos.

Rellenos semimecanizados Jaramillo 2002 explica que

Cuando la poblacion genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RSM en el relleno sanitario es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual a fin de hacer una buena compactacion de la basura estabilizar los terraplenes y dar mayor vida util al relleno En estos casos el tractor agricola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharon o rodillo para la compactacion puede ser un equipo apropiado para operar este relleno (p 43)

Rellenos mecanizados es utilizado en las ciudades grandes donde se generan mas de 40 toneladas diarias debido a la complejidad de su infraestructura es necesario el uso equipo pesado para la ejecucion y operacion del relleno

El relleno sanitario mas factible es el mecanizado en el estudio realizado por la alta generacion de residuos sobre todo de la ciudad de Santiago

6 1 Metodos de construccion de rellenos sanitarios

Existen diversos tipos de construccion de rellenos sanitarios de acuerdo a la topografia del sitio el nivel freatico y a la existencia de material de cobertura en el sitio

6 1 1 Metodo de trinchera o zanja

Este metodo se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periodicamente trincheras de tres metros de profundidad conformando taludes que en este caso seran de 3 l (h v) con el apoyo de una retroexcavadora Es de notar que existen experiencias de excavacion de trincheras hasta de 7 m de profundidad para relleno sanitario La tierra que se extrae se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura Los desechos solidos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra (Jaramillo 2002 p 46)

(Vease fig 38 y 39)

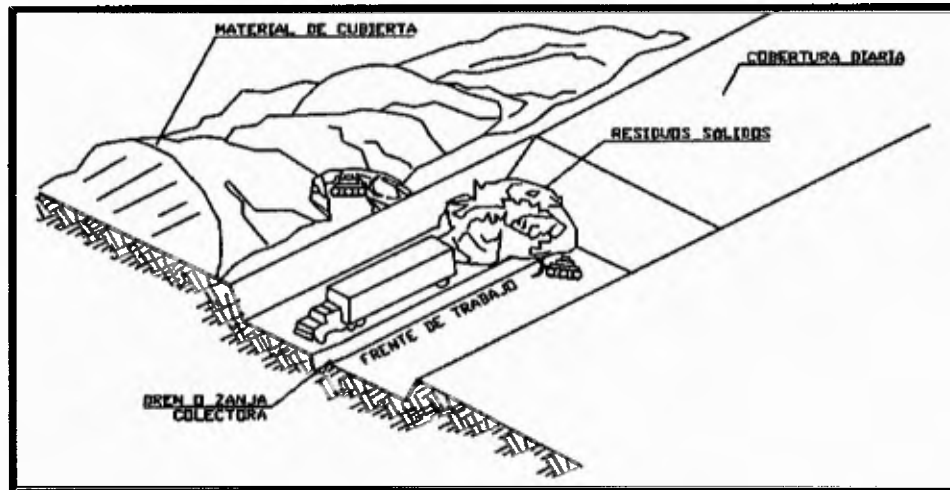


Fig 38 Relleno sanitario de trinchera

Fuente Jaramillo J (2002) *GUIA PARA EL DISEÑO CONSTRUCCION Y OPERACION DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES*

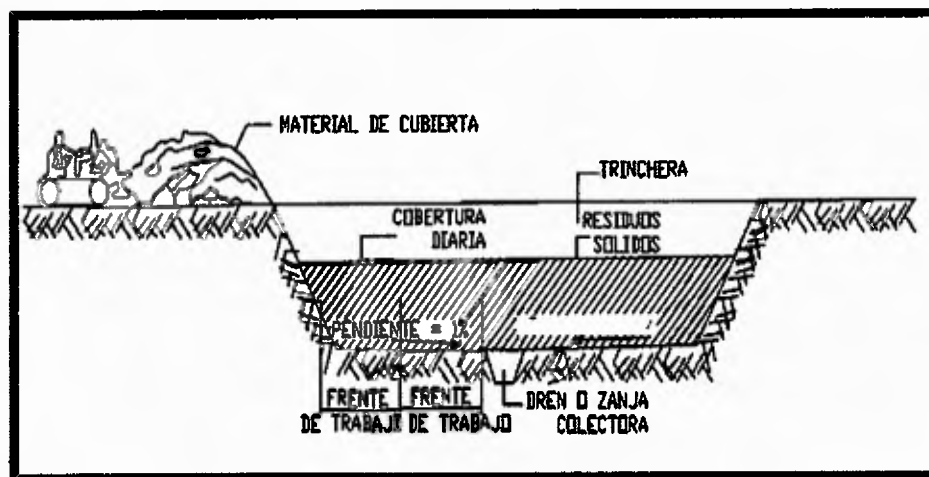


Fig 39 Esquema de un relleno sanitario de trinchera

Fuente Jaramillo J (2002) *GUIA PARA EL DISEÑO CONSTRUCCION Y OPERACION DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES*

Se debe tener en cuenta que en periodos de lluvias las aguas pueden inundar las zanjias por ello es necesario construir canales perimetricos para desviarles y si es necesario crean zanjias de drenaje internas Los sitios donde el nivel freatico es alto o muy superficial no son apropiados para este metodo porque se pueden contaminar los acuíferos

6 1 2 Metodo de area

En areas relativamente planas donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura esta puede depositarse directamente sobre el suelo original el que debe elevarse algunos metros previa impermeabilizacion del terreno En estos casos el material de cobertura debera ser transportado desde otros sitios o de ser posible extraido de la capa superficial Las fosas se construyen con una pendiente suave en el talud para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno (Jaramillo 2002 p 47)

Este metodo tambien se utiliza para rellenar depresiones naturales o minas abandonadas algunos metros de profundidad

El relleno se construye apoyando las celdas en la pendiente natural del terreno es decir la basura se vacia en la base del talud se extiende y apisona contra el se recubre diariamente con una capa de tierra de 0 20 m de espesor se continua la operacion avanzando sobre el terreno conservando una pendiente suave de unos 20 grados del talud y de 0 5 a 1 grados en la superficie (Vease fig 40 y 41)

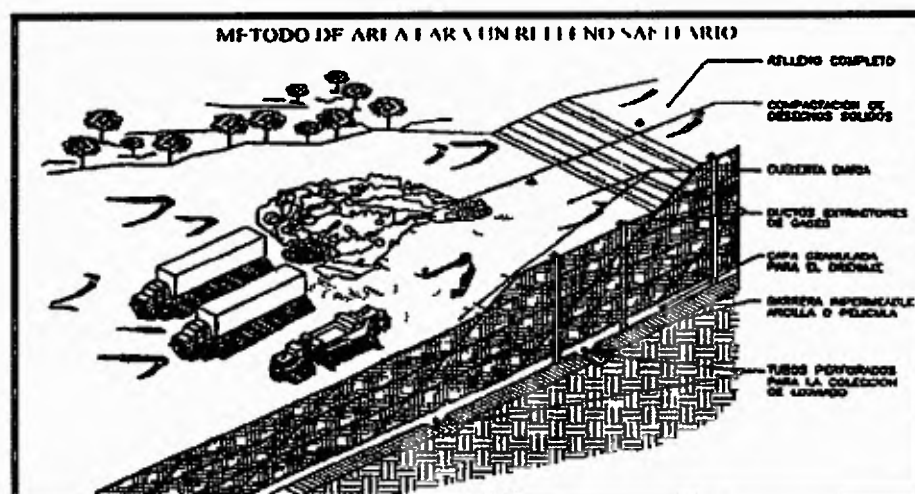


Fig 40 Relleno sanitario metodo de area

Fuente Jaramillo J (2002) *GUÍA PARA EL DISEÑO CONSTRUCCION Y OPERACION DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES*

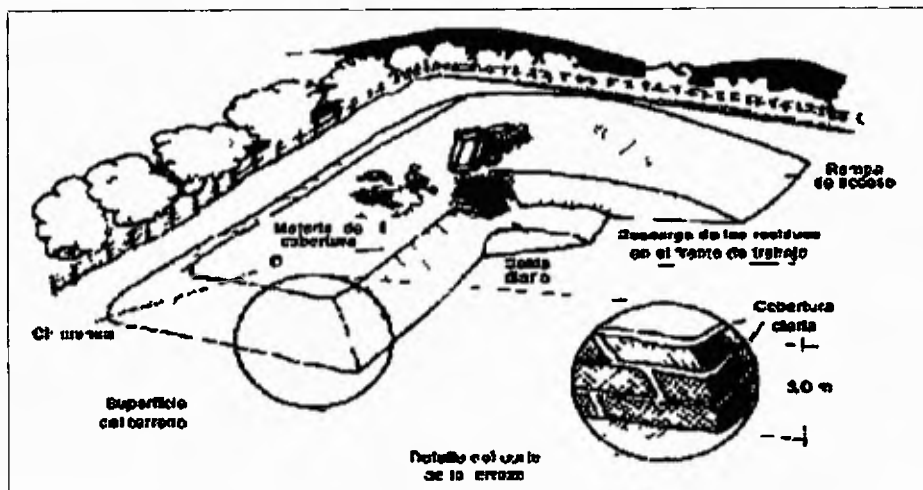


Fig 41 Relleno sanitario tipo área

Fuente Jaramillo J (2002) *GUÍA PARA EL DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES*

6 1 3 Combinación de los metodos de trinchera y area

Umaña 2002 indica que estos dos metodos de construccion de rellenos sanitarios tienen tecnicas similares de operacion es posible combinar ambos para aprovechar mejor el terreno y el material de cobertura así como para obtener mejores resultados lo que permitira aumentar la vida util de sitio (Vease fig 42)

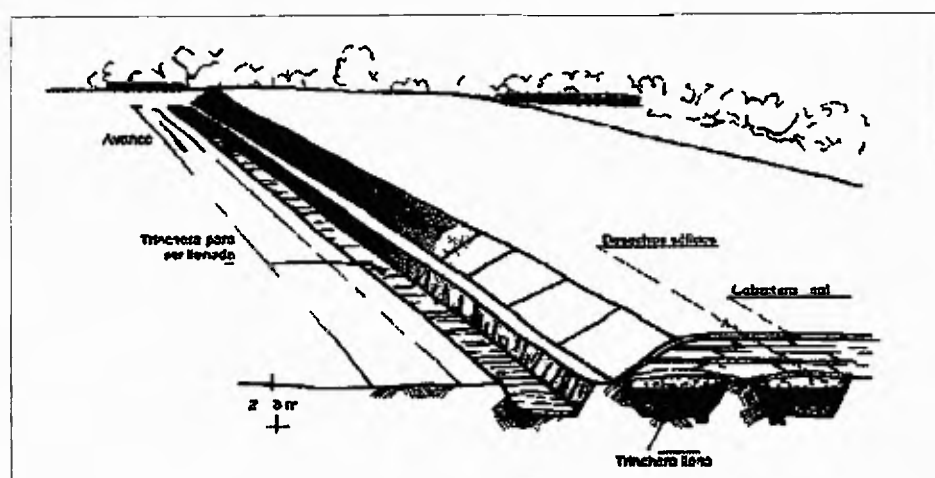


Fig 42 Combinación del metodo de trinchera y area

Fuente Jaramillo J (2002) *GUÍA PARA EL DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES*

El relleno sanitario debe contar con un sistema de drenaje para la captación de lixiviado producto de la descomposición de la basura mediante la impermeabilización artificial o natural y un sistema de canales interiores y central que permita la circulación de los lixiviados hacia las tinas de tratamiento y evitar la contaminación de los acuíferos (Véase fig. 43)

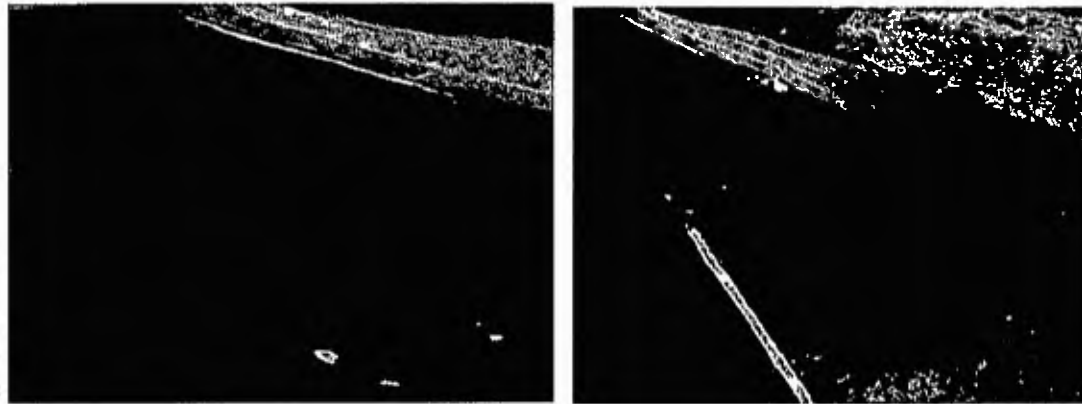


Fig. 43 Impermeabilización de la base de los residuos y filtros de gravilla para el drenaje de lixiviados

Fuente: Luna C. M. de J. (2008) *SISTEMAS DE TRATAMIENTOS PARA LIXIVIADOS GENERADOS EN RELLENOS SANITARIOS*

Otro aspecto fundamental es el sistema de venteo del biogás que se origina por la acción de microorganismos presentes en los residuos y la descomposición en ausencia de oxígeno (anaeróbica) produciendo gases como metano, dióxido de carbono, nitrógeno y oxígeno.

Para la captación del biogás se utilizan tubos de PVC, hierro o polietileno ranurados y rodeados de filtros de grava sostenida por malla de alambre que opera a manera de ventilas o ductos de salida. Los tubos deben profundizarse debajo de la base del relleno para asegurar la intercepción de todos los gases.

Los pozos de venteo se construyen verticalmente, a medida que avanza el relleno, procurando una buena compactación a su alrededor; es importante que las ventilas siempre estén libres de vegetación, tierra o cualquier obstrucción. (Véase fig. 44)

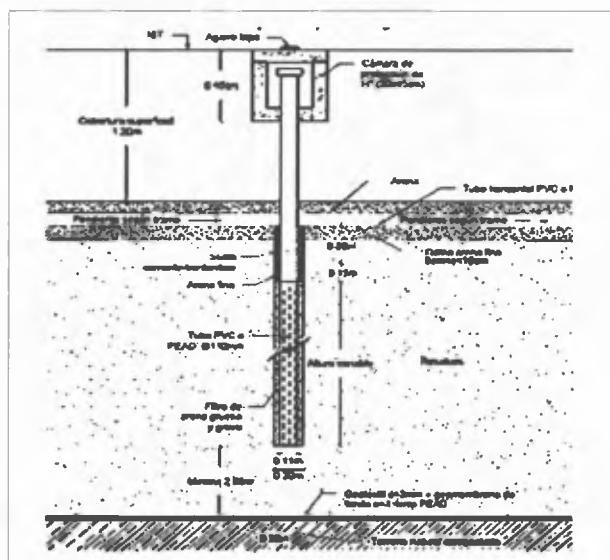


Fig. 44 Esquema de construcción de un pozo de captura de biogás.

Fuente: González, J. (2014). *Alternativas de captación y tratamiento del biogás en el vertedero de Piedras Blancas, Córdoba, Argentina.*

La propuesta para la localización de una planta de reciclaje y relleno sanitario mediante la integración de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Evaluación Multicriterio (EMC), parte de una visión prospectiva sobre el manejo de los residuos sólidos de la municipalidad de Santiago, que permita una gestión pública o privada eficaz y eficiente.

La ubicación de una planta de reciclaje en las inmediaciones del relleno sanitario, favorecerá la reutilización de los desechos no peligrosos (papel, plástico, latas, llantas, tetra pack y otros) provenientes del sistema de recolección de las

distintas areas del distrito donde se realizara el proceso de clasificacion tratamiento embalaje almacenamiento y venta

Los residuos organicos de origen animal o vegetal (restos de comidas cascara de banano papas hoja seca de arboles y otros) se podran utilizar para la preparacion de compost un abono organico utilizado en la jardineria agricultura y otros campos

El relleno sanitario sera utilizado para depositar los desechos que no podran ser reutilizados lo que le permitira tener una mayor vida util ademas de reclutar y capacitar a los pepenadores como mano de obra de tal forma que tengan un trabajo formal con todas las garantias de seguridad sin perder de vista la funcion de evitar posibles afectaciones a la poblacion y al ambiente

7 Primera fase Definicion de evaluacion multicriterio

La Evaluacion Multicriterio puede definirse como un conjunto de tecnicas orientadas a asistir en los procesos de toma de decisiones El fin basico de las tecnicas de EMC es investigar un numero de alternativas bajo la luz de multiples criterios y objetivos en conflictos (Gomez y Barredo 2005)

8 Segunda fase Parametros necesarios para efectuar la evaluacion

Multicriterio

8.1 Capas de criterios para el analisis multicriterio

Para la seleccion de los criterios es necesario obtener las capas digitales a utilizar obtenidas de diversas instituciones de nuestro pais estos criterios se obtuvieron luego de identificar las similitudes y diferencias de los criterios planteados por organismos internacionales y el Decreto Ejecutivo No 275 de 21 de julio de 2004 luego se establecieron los propios para el desarrollo del modelo de evaluacion

Las capas de los criterios se dividieron en limitantes (capas binarias) y factores (capas de categorías o jerárquicas). Como se observa, las variables de evaluación por ser limitantes solo establecen distancias, áreas de influencias y áreas que cumplen o no el criterio asignado en el análisis.

A continuación se muestran las capas de los criterios utilizados, la variable de evaluación, el método de obtención y la fuente.

8.1.1 Limitantes

Un criterio de tipo limitante restringe la disponibilidad de alguna de las alternativas en función de la actividad evaluada. Con este tipo de criterio se excluyen varias categorías de la capa analizada para la evaluación; es decir, se genera una capa binaria (Gómez y Barredo, 2005, p. 49) (Véase cuadro 34).

Para los criterios de limitantes de carácter binario no existe una puntuación o ponderación de los criterios porque solo se establecen si el área es apta o no para la evaluación mediante los valores (1 si es apta) o (0 no es apta).

8.1.2 Factores

Un factor es un criterio que realza o detracta la capacidad de asentamiento de una alternativa específica para la actividad en consideración; este por lo tanto debe ser medido en una escala continua (Eastman et al. 1993, en Gómez y Barredo, 2005, p. 49).

Las capas de factores por ser categorías o jerárquicas abarcan diversas asignaciones de acuerdo a la importancia de cada una para la evaluación del modelo. Todas las capas de limitantes y factores son almacenadas en una base de datos o geodatabase para su análisis (Véase cuadro 35).

Cuadro 34 Capas digitales de criterios limitantes para el analisis multicriterio

| Capa variable de localización | Variable de evaluacion | Metodo de obtencion de capas | Fuente |
|-------------------------------|---|--|---|
| Nucleos urbanos o rurales | Distancia a los poblados mayor o igual 1 000 metros | Capa de lugares poblados urbanos y rurales | Contraloria General la Republica de Panama |
| Aguas superficiales | Distancia a red hidrografica mayor o igual 200 metros | Capa de hidrografia | Contraloria General la Republica de Panama |
| Riesgo sismico | Cercania a fallas y fracturas mayor o igual 200 metros | Capa de fallas y fracturas | Empresa de Trasmision Electrica |
| Red vial | Distancia a carreteras mayor o igual 100 metros | Capa de red vial | Contraloria General la Republica de Panama |
| Areas protegidas | Distancia areas protegidas Fuera de perimetro de area protegida | Capa de areas protegidas | Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales |

Cuadro 35 Capas digitales de criterios factores para el analisis multicriterio

| Variable de localizacion | Variable de evaluacion | Metodo de obtencion de capas | Fuente |
|----------------------------------|--|--|--|
| Aguas subterranas | Capacidad produccion de los acuíferos | Capa Mapa digital hidrogeologico | Empresa de Trasmision Electrica |
| Pendiente del terreno | Inclinacion en grados del terreno | Capa de curvas de nivel y analisis SIG | Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales |
| Suelos | Textura del suelo | Capa de textura del suelo | Catastro Rural de Tierras y Aguas |
| Drenaje | Drenaje del suelo | Capa de drenaje | Catastro Rural de Tierras y Aguas |
| Cobertura vegetal | Clasificacion del uso del suelo | Capa de cobertura boscosa | Ministerio de Ambiente |
| Densidad de poblacion | Densidad de la poblacion vulnerable | Analisis SIG | Contraloria General de la Republica de Panama e investigador |
| Accesibilidad | Tipo de vias | Capa de vias | Contraloria General de la Republica de Panama |
| Evaluacion sitios finales | | | |
| Superficie | Área de los sitios | Analisis SIG | Investigador |
| Distancia a vias | Cercania a vias | Analisis SIG | Investigador |
| Cuenca visual | Distancia visual | Analisis SIG | Investigador |
| Cuenca de drenaje | Superficie de cuenca de drenaje y acumulacion de flujo | Analisis SIG | Investigador |

8.2 Puntuación de las categorías de los criterios

Se puede definir el objeto de la ponderación como llegar a expresar en términos cuantitativos la importancia de los distintos elementos para acoger o ser afectados por una determinada actuación (CEOTMA 1991 en Gómez y Barredo 2005 p 72)

Existen diversos métodos de ponderación o de asignación de valores para los factores se utilizó uno de los más extendidos en el campo de la Evaluación Multicriterio y los Sistemas de Información Geográfica que es el Método de las Jerarquías Analíticas (MJA) específicamente el método de comparación por pares propuesto por Thomas L. Saaty a finales de los años 70 pertenece a método de ponderación de eigenpesos¹

El método propuesto por T. Saaty consiste en establecer un juicio de valor que represente la importancia relativa de cada factor sobre los demás. Los juicios de valor han de oscilar entre 1/9 (extremadamente menos importante) y 9 (extremadamente más importante) (Sendra et al 1999 p 4)

A continuación se observa la escala de medida establecida presentada por Gómez 2008 para la asignación de los juicios de valor y las matrices

¹ En álgebra lineal los vectores propios, autovectores o eigenvectores de un operador lineal son los vectores no nulos que cuando son transformados por el operador dan lugar a un múltiplo escalar de sí mismos (Calle (2010))

| | | | | | | | | |
|------------------|-----|--------|----------|-------|----------------|--------|---|---------|
| 1/9 | 1/7 | 1/5 | 1/3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| Extrema | | Fuerte | Moderada | Igual | Moderada | Fuerte | | Extrema |
| Menos importante | | | | | Mas importante | | | |

Fig 45 Escala de asignacion de juicios de valor

Fuente Gomez D M (2008) *Metodos de ayuda a la toma de decisiones*
 INTEGRACION DE TECNICAS DE EVALUACION MULTICRITERIO Y SIG

Se pondera cada variable segun la escala por medio de la matriz de comparacion entre pares donde se evalua la importancia de un factor sobre los demas

| FACTORES | a | b | c |
|-----------------|----------|----------|----------|
| a | 1 | 4 | 7 |
| b | 1/4 | 1 | 5 |
| c | 1/7 | 1/5 | 1 |

Fig 46 Matriz de comparacion por pares

Fuente Gómez D M (2008) *Metodos de ayuda a la toma de decisiones*
 INTEGRACION DE TECNICAS DE EVALUACION MULTICRITERIO Y SIG

Posteriormente se calcula el eigenvector principal y se establecen los pesos
 El eigenvalor proporciona una medida cuantitativa de la consistencia de los juicios de valores entre pares de factores

| FACTORES | a | b | c |
|--|----------|----------|----------|
| a | 1 | 4 | 7 |
| b | 0.25 | 1 | 5 |
| c | 0.14 | 0.2 | 1 |
| $\Sigma 1.39$ $\Sigma 5.2$ $\Sigma 13$ | | | |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> $1 / 1.39 = 0.72$ $0.25 / 1.39 = 0.18$ $0.14 / 1.39 = 0.1$ </div> | | | |

Fig 47 Calculo del vector principal

Fuente Gomez D M (2008) *Metodos de ayuda a la toma de decisiones*
 INTEGRACION DE TECNICAS DE EVALUACION MULTICRITERIO Y SIG

Por ultimo se normaliza los pesos por medio del eigenvector principal dividiendo cada uno de los valores de dicho vector entre el numero de factores Se obtiene asi el eigenvector principal normalizado que representara los pesos de cada factor

| FACTORES | a | b | c | | |
|---|----------|----------|----------|---------------|------------------------------|
| a | 0 72 | 0 77 | 0 54 | Σ 2 03 | Eigenvector principal |
| b | 0 18 | 0 19 | 0 38 | Σ 0 75 | |
| c | 0 1 | 0 04 | 0 08 | Σ 0 22 | |
| Pesos a partir de la normalizacion del eigenvector principal | | | | | |
| $2\ 03 / 3 \rightarrow 0\ 67$ | | | | | |
| $0\ 75 / 3 \rightarrow 0\ 25$ | | | | | |
| $0\ 22 / 3 \rightarrow 0\ 073$ | | | | | |
| ----- | | | | | |
| $\Sigma 1$ | | | | | |

Fig 48 Normalización de la tabla de comparacion

Fuente Gómez D M (2008) *Metodos de ayuda a la toma de decisiones INTEGRACION DE TECNICAS DE EVALUACION MULTICRITERIO Y SIG*

Como los pesos son asignados por humanos siempre lleva una cuota mas o menos importante de subjetividad con el calculo del eigenvector maximo se establece una medida operativa de la consistencia lo que permite reconsiderar las evaluaciones en caso de ser inconsistente

El indice de consistencia segun Gomez y Barredo 2005 es

El reflejo de la proporcionalidad de las preferencias implícitas en los juicios de valor asignados El CI es un valor obtenido a partir del eigenvalor maximo (λ_{MAX}) de la siguiente manera $CI = (\lambda_{MAX} - n) / (n - 1)$ siendo n el numero de factores en la matriz de comparacion mientras que el valor de eigenvector maximo (λ_{MAX}) se obtiene a partir del producto del eigenvector principal normalizado por la matriz de comparacion de factores (pag 75)

El índice de consistencia debe ser menor a 0.10 de lo contrario es necesario hacer una revaluación de los valores establecidos en la matriz pues no son lo suficientemente consistentes para establecer los pesos

9 Procedimiento para desarrollar la Evaluación Multicriterio

Se presenta el procedimiento utilizado para realizar la evaluación multicriterio en el programa Idrisi selva 17x presentado por Gómez y Barredo 2005

El desarrollo para la obtención de la capa o mapa de capacidad de acogida está basado en el procedimiento de la Combinación Lineal ponderada porque el software ofrece un módulo para llevarlo a cabo

Para tal fin se desarrollaron los siguientes pasos

Paso 1 definir los pesos de los criterios y el valor de las clases de los criterios a través del Método de Jerarquías Analíticas (MJA) o bien alguno de los métodos de ponderación y valoración comentados comando *Weight* para el MJA. Para el caso de la investigación no se utilizó comando *weight*² sino que se ponderó por medio del programa Expert Choice 11x basado en el MJA

Paso 2 asignar a cada criterio los valores (pesos) establecidos en la clase para así obtener los factores y asignación que puede llevarse a cabo mediante el comando *reclass*³

² Peso se utiliza para desarrollar un conjunto de valores relativos para un grupo de elementos de una apreciación de varios criterios

³ Reclassificar reasigna los datos de imágenes raster o archivos de valores en nuevas categorías de valores enteros mediante una división del rango de valores en intervalos iguales o a partir de límites definidos por el usuario

En este caso se establecen las ponderaciones de las diversas categorías en un rango de 0 a 1 del más importante al menos importante obteniéndose un mapa ponderado con los valores asignados

Paso 3 normalizar los valores de las alternativas (celdas) establecidas en cada uno de los factores ya que el procedimiento es de Suma Lineal Ponderada que requiere una escala común en el caso de la investigación se normalizaron mediante el comando *stretch*⁴ con valores de 0 – 255 para obtener el mapa normalizado

Paso 4 generar las capas de limitantes estas deben ser capas binarias con valores únicamente de 0 para áreas limitantes y 1 para las no limitantes de acuerdo a la actividad propuesta (planta de reciclaje y relleno sanitario) Las capas se pueden obtener mediante el comando *reclass*

Paso 5 ejecutar el comando *MCE*⁵ el cual desarrolla el procedimiento de Combinación Lineal ponderada a partir de los criterios pesos de los criterios y limitantes que se indiquen produciendo una nueva capa en este caso de capacidad de acogida los valores más altos representarán las zonas o sitios con mayor capacidad para la actividad evaluada y viceversa la capa resultante estará escalada en las mismas unidades de los factores de entrada normalizados entre 0 y 255

10 Evaluación de los sitios preliminares

Una vez obtenido el mapa de capacidad de acogida o de sitios se realiza una evaluación final para seleccionar los sitios óptimos que cumplan con los subcriterios

⁴ Tramo Proporciona tres métodos para cambiar la escala de valores de la imagen a una nueva gama de valores lineal simple lineal con puntos de saturación y ecualización del histograma

⁵ Es una herramienta de ayuda a la decisión para Multi Criterio de Evaluación Una decisión es una elección entre alternativas (tales como acciones alternativas la asignación de tierras etc) Idrisi Selva Help System

establecidos poseer una superficie mayor a 30 hectareas tener la menor area de cuenca visual no ser visto desde una distancia establecida Ademas de representar el sitio con menor area de flujo acumulado por escurrimiento

11 Desarrollo del modelo de Evaluacion Multicriterio

11 1 Limitantes para la localizacion de una planta de reciclaje y relleno sanitario

11 1 1 Lugares poblados

Para el analisis multicriterio se procedio a determinar el area de influencia indicada en el decreto 275 de 2 kilometros de distancia a poblados sin embargo debido al crecimiento urbanistico se tuvo que reducir a 1 0 Km para contar con superficie para la evaluacion del modelo

El primer paso es la obtencion de la capa de lugares poblados en formato raster del area geografica luego se procedio a la determinacion del area de influencia mediante el modulo GIS analysis distance operators *buffer*⁶ segun la distancia ajustada mayor a 1 0 kilometros a cada poblado (Vease fig 49 50 y 51)

⁶ Zona de influencia Permite establecer areas de influencia proteccion o amortiguamiento mediante una distancia establecida Idrisi Selva Help System

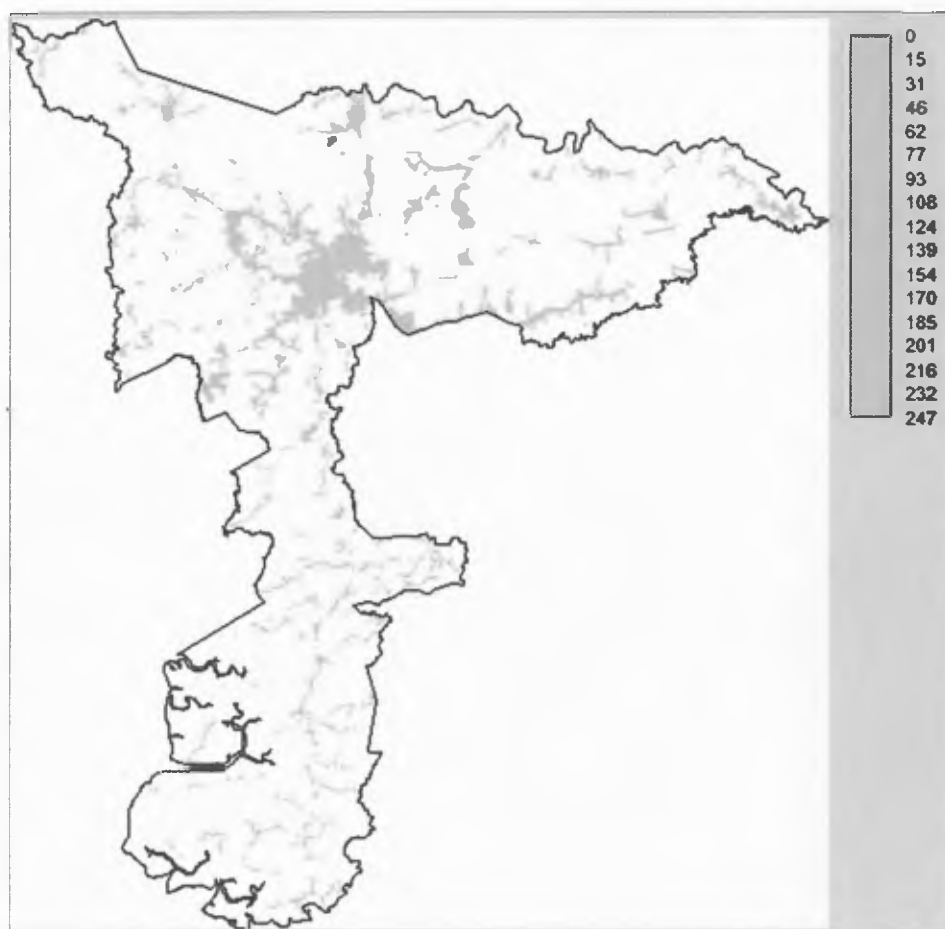


Fig. 49 Poblados del distrito de Santiago.

Fuente: Departamento de Cartografía de la Contraloría General de la República de Panamá.

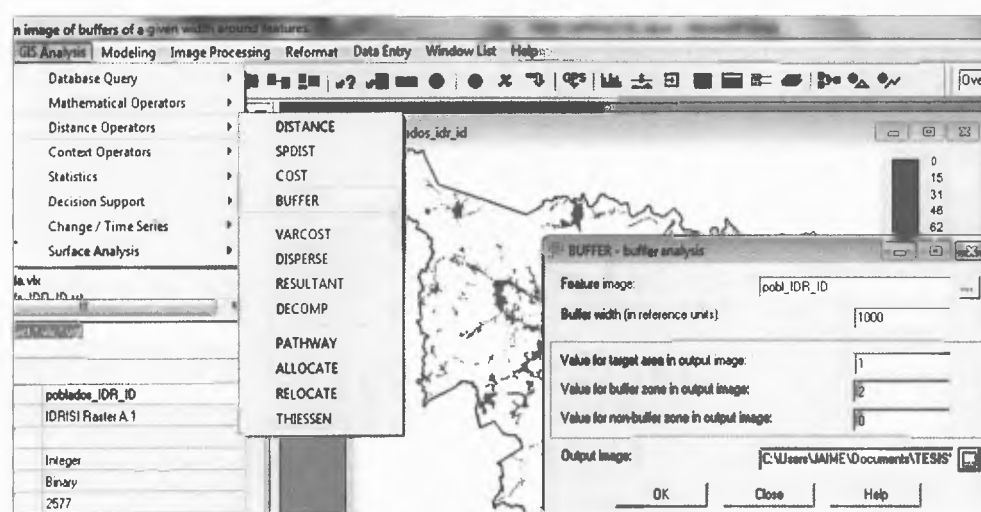


Fig. 50 Aplicación del comando buffer a 1 Km de poblados.

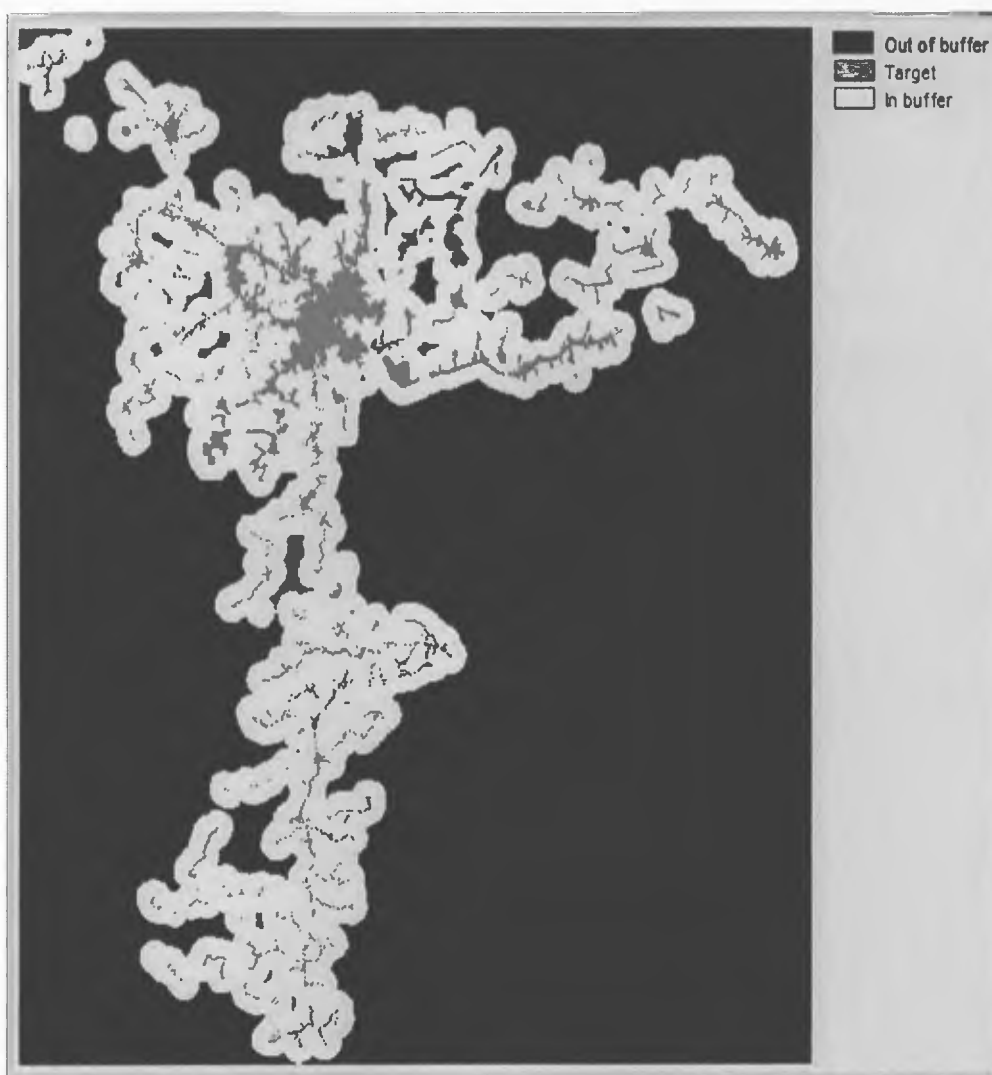


Fig. 51 Mapa buffer a poblados del distrito de Santiago.

Luego se utilizó la herramienta data entry, *edit*⁷ y se le asignó el número 0 (cero), para el valor 0 (cero), y 1 (uno) para el valor 1 (uno) y se guardaron. Se le otorgaron los valores de 1 (uno) para las áreas aptas mayor a 1.0 Km y 0 (cero) para áreas no aptas, menor a 1.0 Km de cada poblado. (Véase fig. 52)

⁷ Editar: permite la creación y edición de los valores mediante archivo de texto.

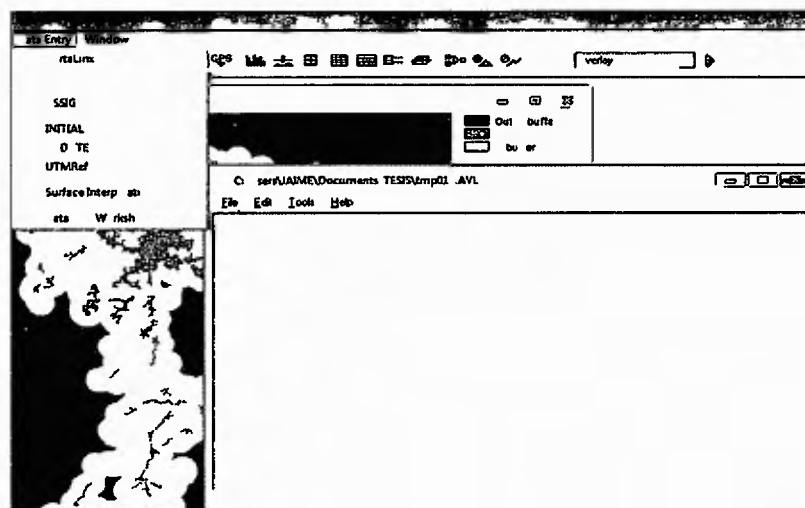


Fig 52 Aplicación de la herramienta edit

Editados los valores se asigno los valores guardados mediante la herramienta data entry *assign*⁸ al mapa creado anteriormente. Se obtuvo de esta manera el mapa binario final de distancia a poblados (Vease fig 53 y 54)

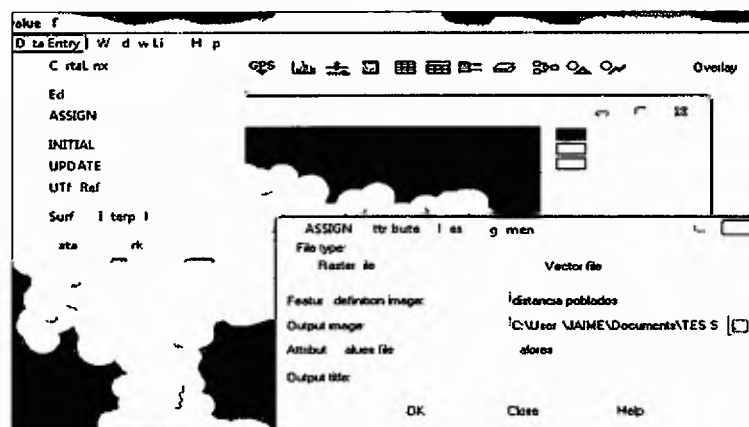


Fig 53 Aplicación de la herramienta assign

⁸ Asignar crea nuevas imagenes o archivos vectoriales mediante la vinculacion de la geografía de las características definidas en el archivo de entrada con atributos definidos en un archivo de valores de atributos. Idrisi Selva Help System

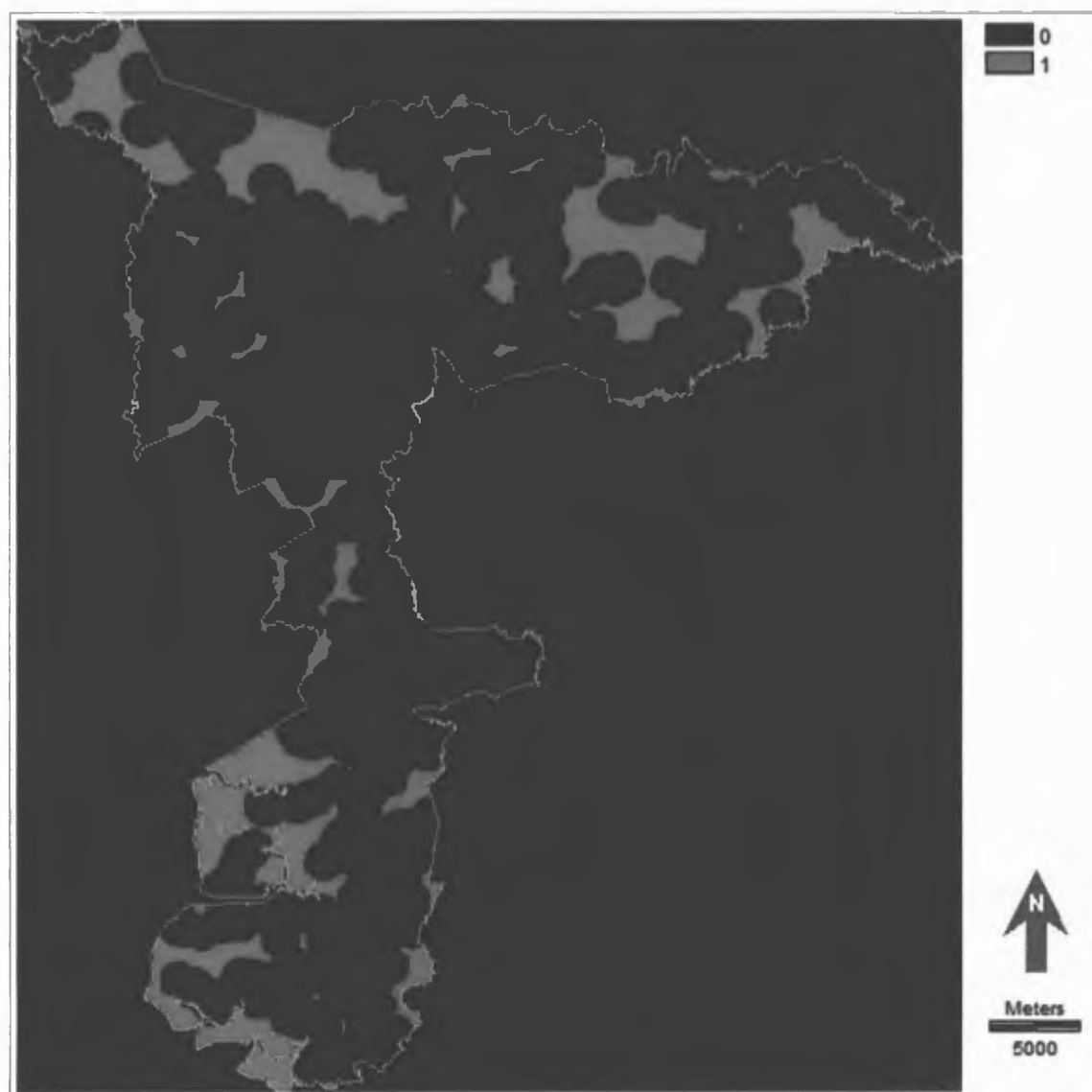


Fig. 54 Mapa binario final de distancia a poblados.

. Los valores de 0 (cero), no son aptos (distancia menor a 1.0 Km); por su parte los sitios con valor 1 (uno), son aptos (distancia mayor a 1.0 Km) respecto a los poblados.

11.1.2 Aguas superficiales.

El decreto 275 hace énfasis a la importancia de la red hídrica, indica que el relleno debe estar, preferiblemente, en niveles inferiores de las aguas de fuentes

superficiales para abastecimiento de agua y consumo humano.

A pesar de la importancia de estas fuentes, no se establece una distancia o área de protección de los márgenes de los ríos o quebradas, por lo tanto, se utilizó como referencia una distancia de 200 metros como mínimo, según los criterios técnicos establecidos

El primer paso fue la obtención de la capa de hidrografía del área de estudio en formato raster. (Véase fig. 55)

Después se determinó, el área de influencia, mediante el módulo GIS analysis, distance operators, *buffer*, según la distancia de 200 metros, a cada margen de quebrada o río. (Véase fig. 56)



Fig. 55 Mapa de hidrografía del distrito de Santiago.
Fuente: Departamento de Cartografía de la Contraloría General de la República de Panamá.

Seguidamente, se utilizó la herramienta data entry, *edit* y se le asignó el número 1 (uno) para el valor 0 (cero) y 0 (cero), para los valores de 1 (uno) y 2 (dos).

. Luego se le asignaron los valores editados y guardados a la zona de influencia de hidrografía, creado anteriormente, gracias a la herramienta data entry, *assign*.

Asignados los valores, se produjo el mapa binario final de distancia a hidrografía, para la evaluación multicriterio. (Véase fig. 57)

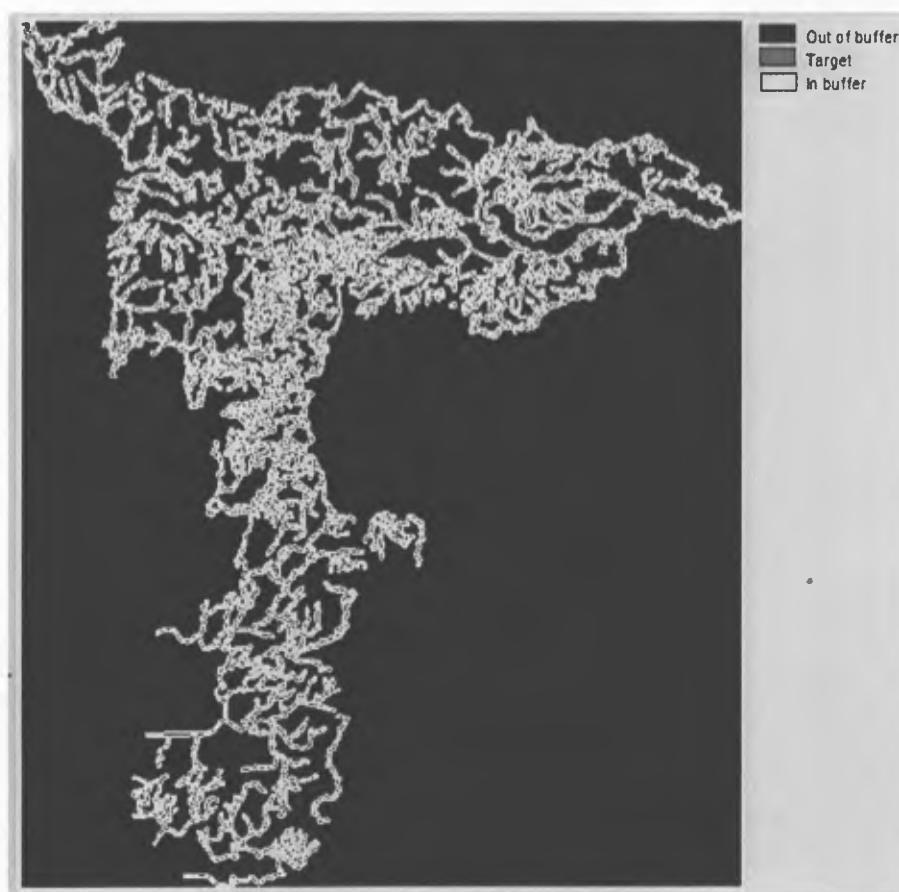


Fig. 56 Mapa de buffer de distancia a hidrografía.

11.1.3 Red vial.

En primer lugar, se adquirió la capa de las vías del distrito Santiago en formato raster para su posterior análisis. (Véase fig. 58)

El decreto 275, no establece una distancia específica a caminos o carreteras, no obstante, en lo criterios técnicos si se aborda y fundamenta su importancia para el sistema de recolección y el costo de transporte.



Fig. 57 Mapa binario final de distancia a hidrografía.

Los valores 0 (cero), son aquellos no aptos (menores a 200 m); mientras que los valores 1 (uno), son aquellos sitios aptos (mayores a 200 m) de quebradas o ríos.



Fig. 58 Mapa de vías del distrito de Santiago.

Fuente: Departamento de Cartografía de la Contraloría General de la República de Panamá.

En base a los criterios técnicos, se procedió a determinar una distancia mayor o igual a 100 m de las vías, mediante la herramienta GIS analysis, distance operator, *buffer*. (Véase fig. 59)

Luego se empleó la herramienta data entry, *edit* y se le asignó el número 0 (cero), para los valores de 1 (uno) y 2 (dos), y 1 (uno) para el valor 0 (cero) y se guardaron.

· Asignados los valores se obtuvo el mapa binario final de distancia a vías.

(Véase fig. 60)

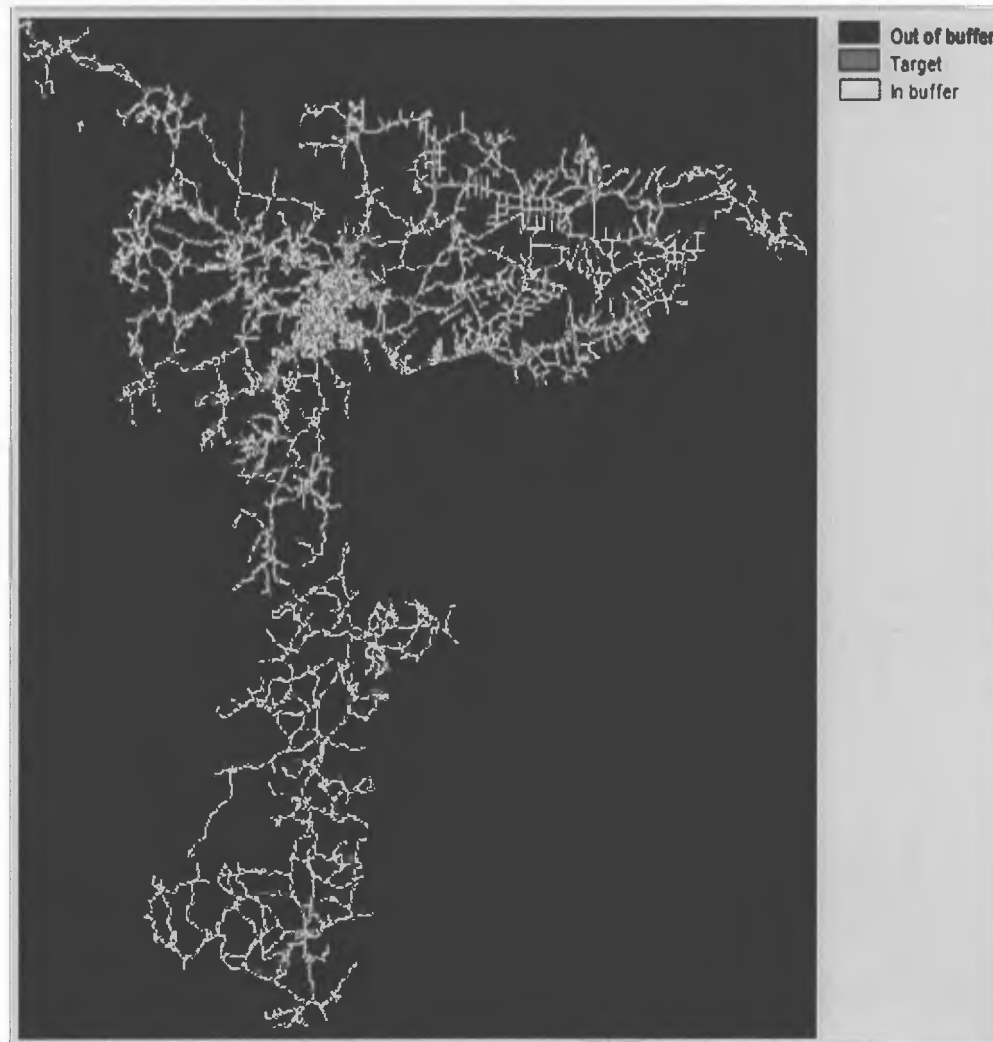


Fig. 59 Mapa de buffer distancia a vías.

11.1.4 Fallas y fracturas.

El decreto 275, indica que el relleno sanitario debe estar alejados de fallas o riesgos geológicos potenciales, pero no indica el área de riesgo o protección necesaria, por ende, fue tomado de los criterios técnicos analizados y se estableció una distancia mayor o igual a 200 m.

En primera instancia se creó la capa digital de fallas, fracturas y buzamientos del área geográfica de estudio en formato raster para su posterior análisis. (Véase fig. 61)



Fig. 60 Mapa binario final de distancia a vías.

Los valores 0 (cero), son aquellos no aptos (menores a 100 m); mientras que los valores 1 (uno), son aquellos sitios aptos (mayores a 100 m) de las vías.

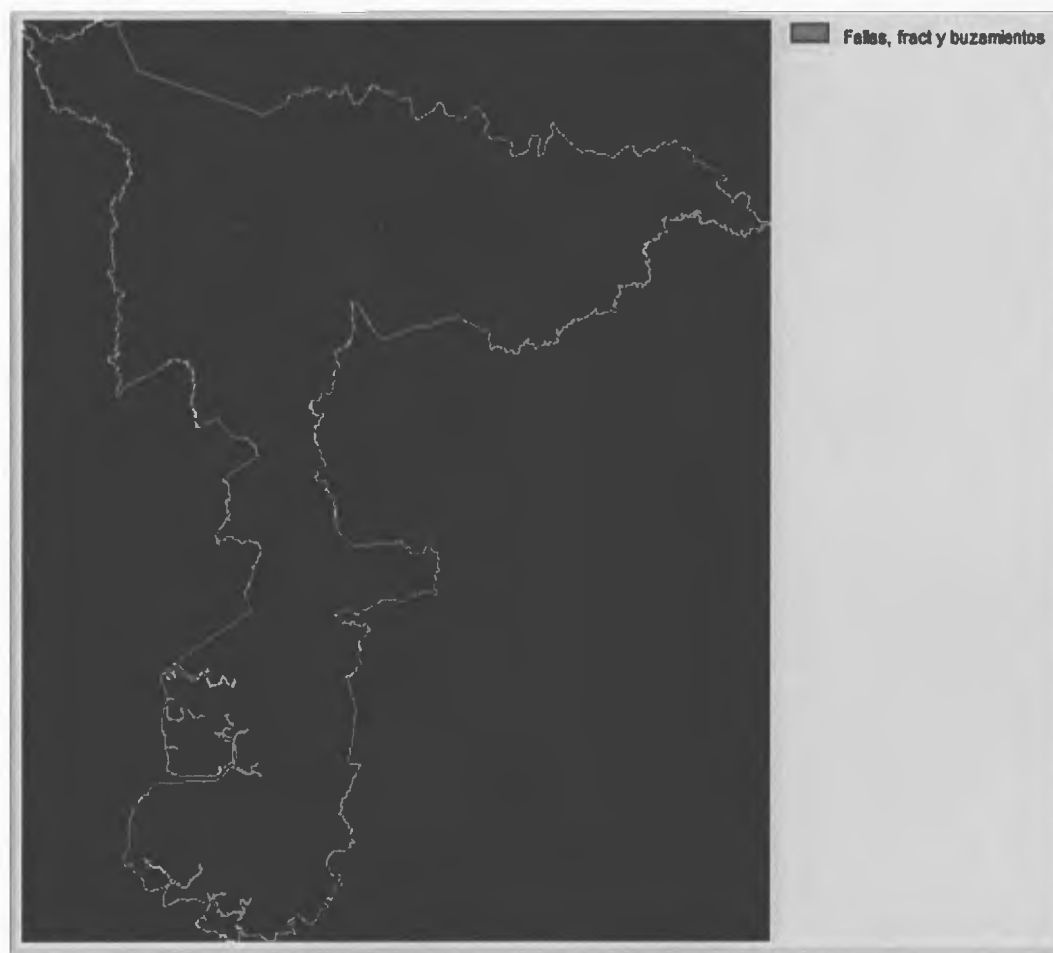


Fig. 61 Mapa de fallas, fracturas y buzamiento del distrito de Santiago
Fuente: Ministerio de Ambiente (antiguo ANAN). Mapserver, Mapa de geomorfología.

Después se delimitó el área de protección de 200 metros, gracias a la herramienta GIS analysis, distance operator, *buffer*. (Véase fig. 62)

Seguidamente, se utilizó la herramienta data entry, *edit* y se le asignó el número 1 (uno), para el valor 0 (cero), y 0 (cero) para los valores de 1 (uno) y se guardaron.

Una vez editados se asignaron los valores con la ayuda de la herramienta data entry, *assign*.

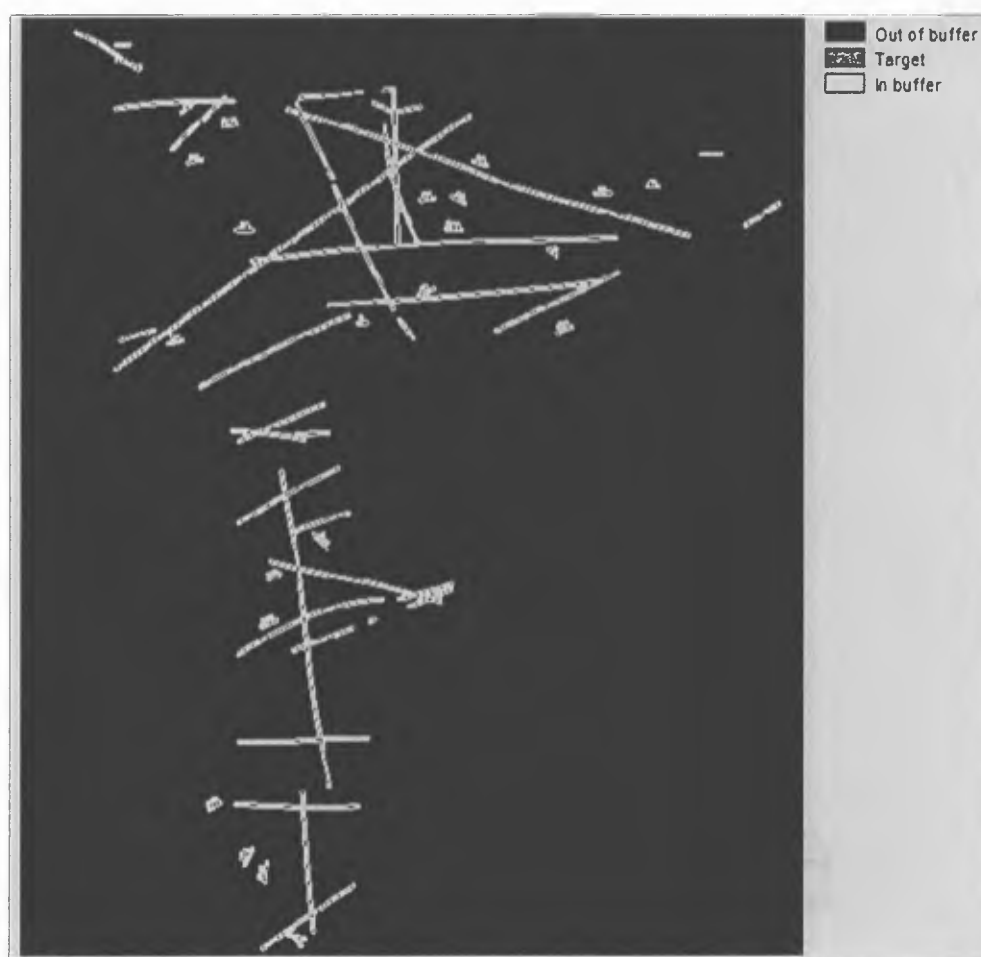


Fig. 62 Mapa buffer de distancia a fallas y fracturas.

Asignados los valores se generó el mapa binario final de distancia a fallas, fracturas y buzamientos.

Los valores 0 (cero), son los lugares no aptos (distancia menor a 200 m), mientras que los valores 1 (uno), son aptos (distancia mayor a 200 m) de fallas, facturas y buzamientos. (Véase fig. 63)



Fig. 63 Mapa binario final de distancia a fallas y fracturas.

11.1.5 Áreas protegidas.

Esta variable se incluyó, debido a la importancia de proteger los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad de especies animales y vegetales. La limitante no se incluye en la normativa legal, sin embargo, en la investigación es de gran valor, por la cual se obtuvo la capa en formato raster y se delimitó su área de protección. (Véase fig. 64)



Fig. 64 Mapa de áreas protegidas del distrito de Santiago.

Fuente: Ministerio de Ambiente (antiguo ANAN). Mapserver, Mapa de geomorfología.

Como los valores 0 (cero) y 1 (uno), están invertidos fue necesario editar los valores mediante la herramienta data entry, *edit*. Se le asignaron los números 0 (cero), para los valores de 1 (uno) y 1 (uno), para los valores de 0 (cero) y se guardaron.

Luego se asignaron los valores al mapa de área protegida a través de la herramienta data entry, *assign*.

Asignados los valores se obtuvo el mapa binario final de área protegida. (Véase fig. 65).

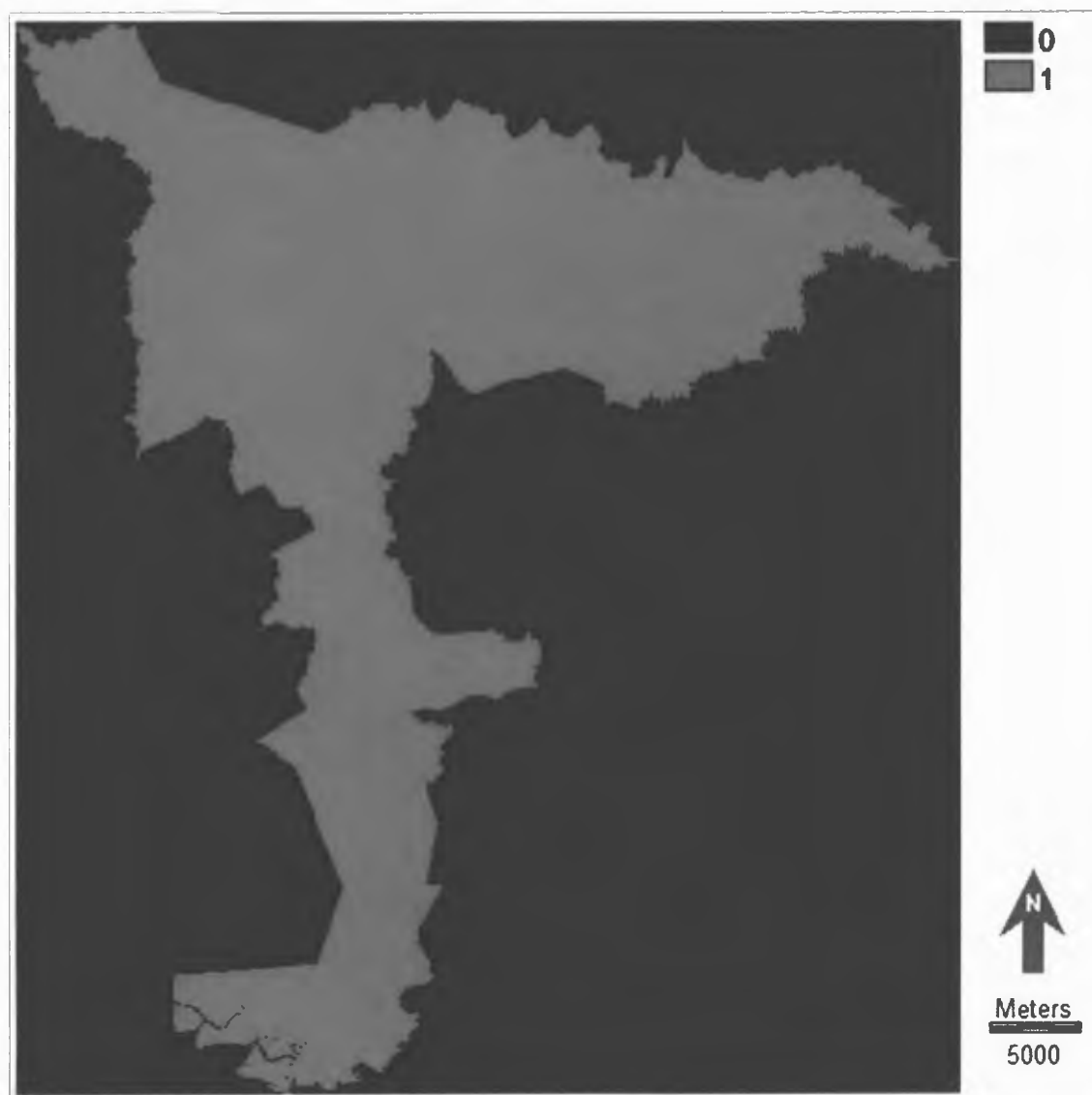


Fig. 65 Mapa binario final de distancia a áreas protegida.

El valor 0 (cero), indica los lugares no aptos, dentro de área protegida; mientras que el valor 1 (uno), los aptos, por estar fuera de área protegida.

Se obtuvo de esta manera los cinco mapas de limitantes para la evaluación multicriterio del distrito de Santiago. (Véase fig. 66)

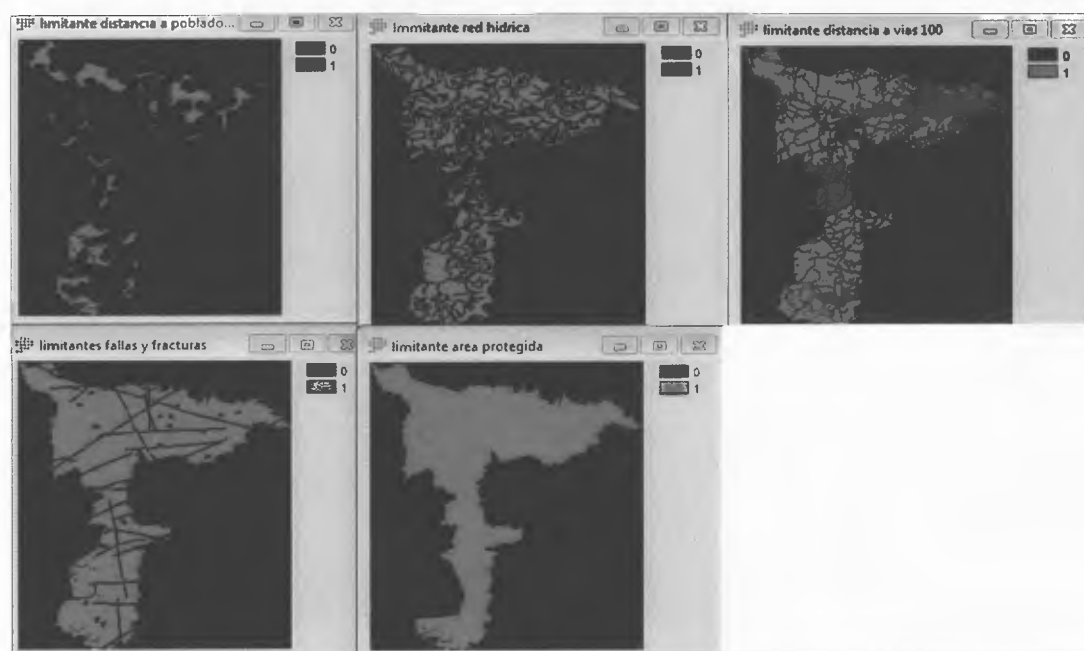


Fig. 66 Mapa binario final de limitantes para la evaluación multicriterio.

11.2. Factores para la localización de una planta de reciclaje y relleno sanitario.

11.2.1 Uso de suelo y cobertura vegetal.

Es el primer factor para la evaluación multicriterio es muy importante; porque se establece una ponderación cercana a la realidad, ya que, dependiendo del uso y las características del suelo, dependerá su valor y se determinará la posible expropiación del terreno y una indemnización futura.

Primeramente, se obtuvo la capa de cobertura vegetal del distrito de Santiago en formato raster; luego se reclasificó y ponderó las categorías por utilizar en el

análisis. (Véase fig. 67)

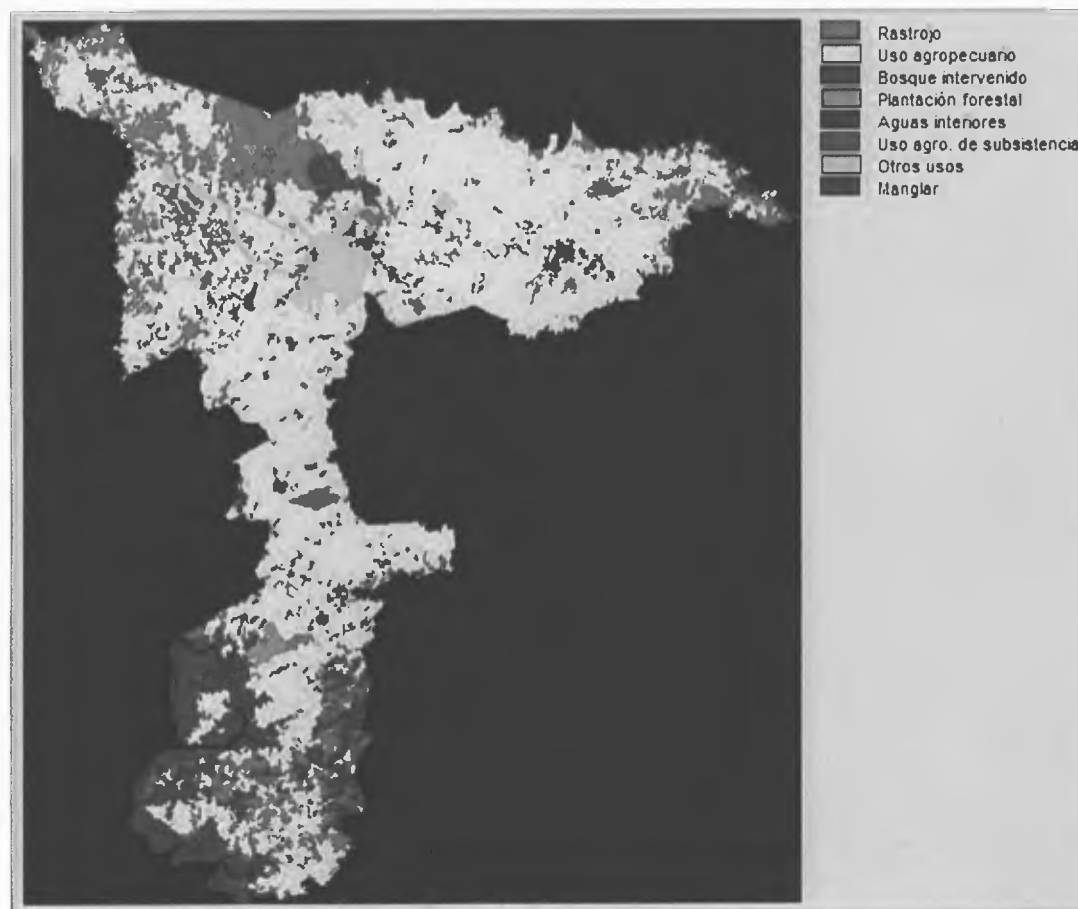


Fig. 67 Cobertura vegetal del distrito de Santiago.

Fuente: Proyecto de Sistema de Información Forestal, Autoridad Nacional del Ambiente, año 2000.

Seguidamente, se estableció la ponderación de las categorías de uso del suelo y cobertura vegetal para la evaluación, de acuerdo a la importancia de cada una. Para otorgar la ponderación se utilizó el método de comparación por pares de Saaty, por medio del programa Expert Choice, expuesto anteriormente,

La categoría de rastrojo se le otorgó, la mayor ponderación, debido a que son suelos en descanso y no poseen ningún tipo de cultivo; además de estar cubierto por arboles bajos (arbustos, hierbas y lianas) entre los 5 y 10 metros.

Los usos agropecuarios sobre todos los pastizales dedicados al pastoreo se le atribuyo la segunda mayor ponderacion pese a que poseen pastos son los mas aptos para la naturaleza de la vegetacion existente

El uso agropecuario de subsistencia fue la tercera ponderacion pues por lo general son suelos con cultivos temporales lo que aumenta el valor de la tierra

Los bosques intervenidos o secundarios obtuvieron la cuarta ponderacion poseen arboles entre 15 a 25 m alteradas por la explotacion del hombre sin embargo tienen una importancia ecologica porque representan una etapa sucesional hacia bosque maduro La plantacion forestal posee una alta importancia economica en el sector maderero y en los aserraderos

Las menores ponderaciones se presentaron en tierras ocupadas para otros usos sobre todo las areas urbanas y rurales ocupadas en los manglares cercanos a la costa y en los margenes esteros al sur del distrito que no son aptos para construccion de infraestructuras de este tipo Las aguas interiores formadas por las quebradas rios y lagos son consideradas restrictivas (Vease cuadro 36 y fig 68)

El indice de consistencia de la matriz de ponderacion fue de 0.02 esto indica que los valores establecidos poseen suficiente consistencia logica para la evaluacion Una vez establecida la ponderacion de las categorias se llevo a cabo la reclasificacion del mapa raster mediante la herramienta *reclass* de acuerdo a los pesos establecidos

Cuadro 36 Ponderacion del criterio factor cobertura vegetal y uso de suelo, indice de consistencia 0 02

| | Rastrojo | Uso agropecu | Uso agropecu | Bosque intn | Plantacion | Otros usos | Manglar | Aguas interio |
|--------------------------|----------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|---------|---------------|
| Rastrojo | | 15 | 20 | 40 | 50 | 70 | 80 | 90 |
| Uso agropecuario | | | 15 | 30 | 50 | 70 | 80 | 90 |
| Uso agropecuario de subs | | | | 20 | 30 | 70 | 80 | 90 |
| Bosque intervenido | | | | | 20 | 40 | 70 | 80 |
| Plantacion forestal | | | | | | 20 | 30 | 40 |
| Otros usos | | | | | | | 20 | 20 |
| Manglar | | | | | | | | 15 |
| Aguas interiores | | | | | | | | |

Fuente Investigador

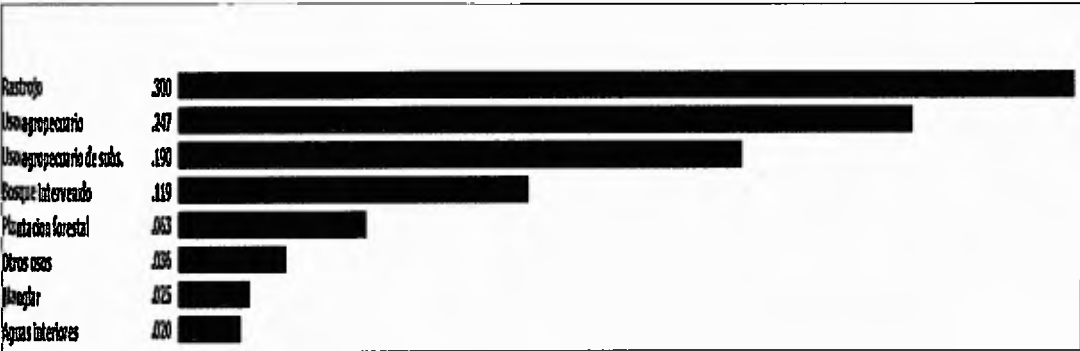


Fig 68 Ponderacion de las categorias de cobertura vegetal

Ponderadas las categorias se reclasifico el mapa con la ayuda de la herramienta GIS analysis database query *reclass* segun los pesos establecidos (Vease fig 69)

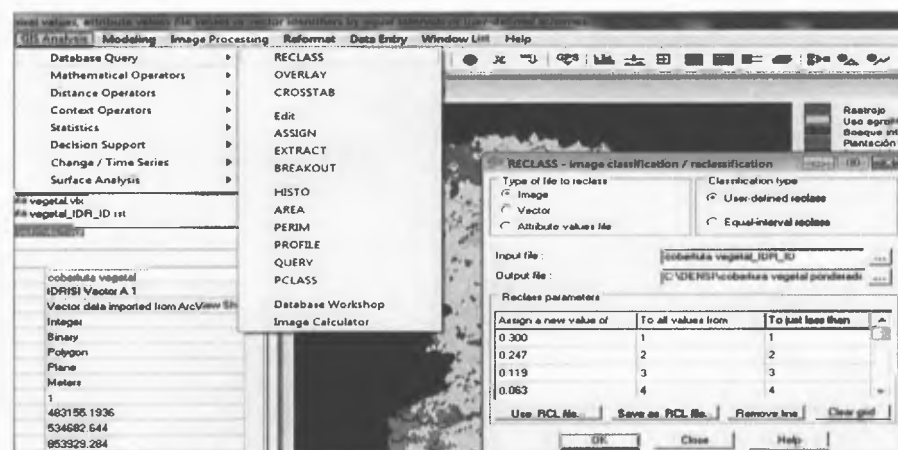


Fig. 69 Aplicación de la herramienta reclass.

Aplicada la reclasificación, se generó el mapa de uso de suelo y *cobertura vegetal ponderada*⁹. (Véase fig. 70)



Fig. 70 Mapa de cobertura vegetal ponderada.

⁹ Mapa que indica en una escala continua las categorías según pesos establecidos.

Sin embargo para la evaluación multicriterio fue necesario normalizar los valores para que todos los mapas tengan una escala de valores similar y el análisis sea correcto por eso los valores se llevaron a una escala continua de 0 a 255 píxeles esto se efectuó con la herramienta image processing enhancement *stretch*¹⁰ (Véase fig 71)

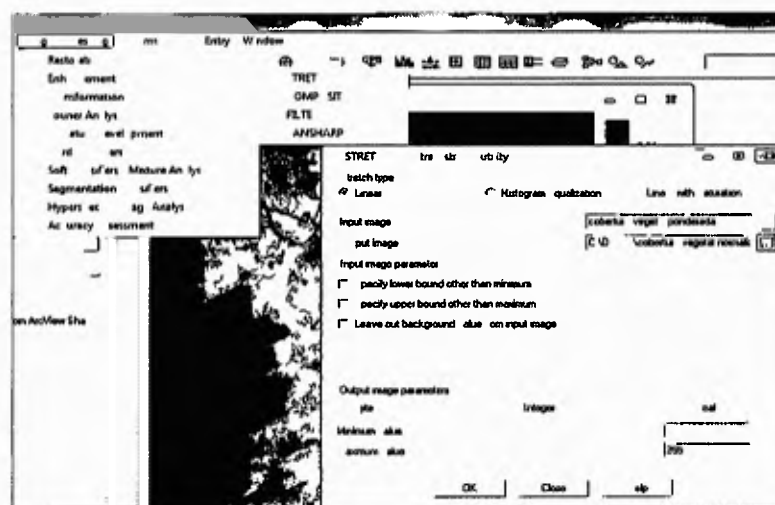


Fig 71 Utilización de la herramienta stretch

Una vez se normalizó el mapa se pudo generar el mapa final del factor uso de suelo y cobertura vegetal en escala de 0 a 255 píxeles donde los valores cercanos a 255 son los más aptos y los cercanos a 0 (cero) los menos aptos (Véase fig 72)

11.2.2 Textura de los suelos

El factor de la textura de los suelos es muy importante para la capacidad de absorción de contaminantes de acuerdo a las categorías presentes en el área representadas mediante la capa digitalizada en formato raster (Véase fig 73)

¹⁰ Tramo proporciona tres métodos para cambiar la escala de valores de la imagen a una nueva gama de valores: lineal simple, lineal con puntos de saturación y ecualización del histograma. Idrisi Selva Help System

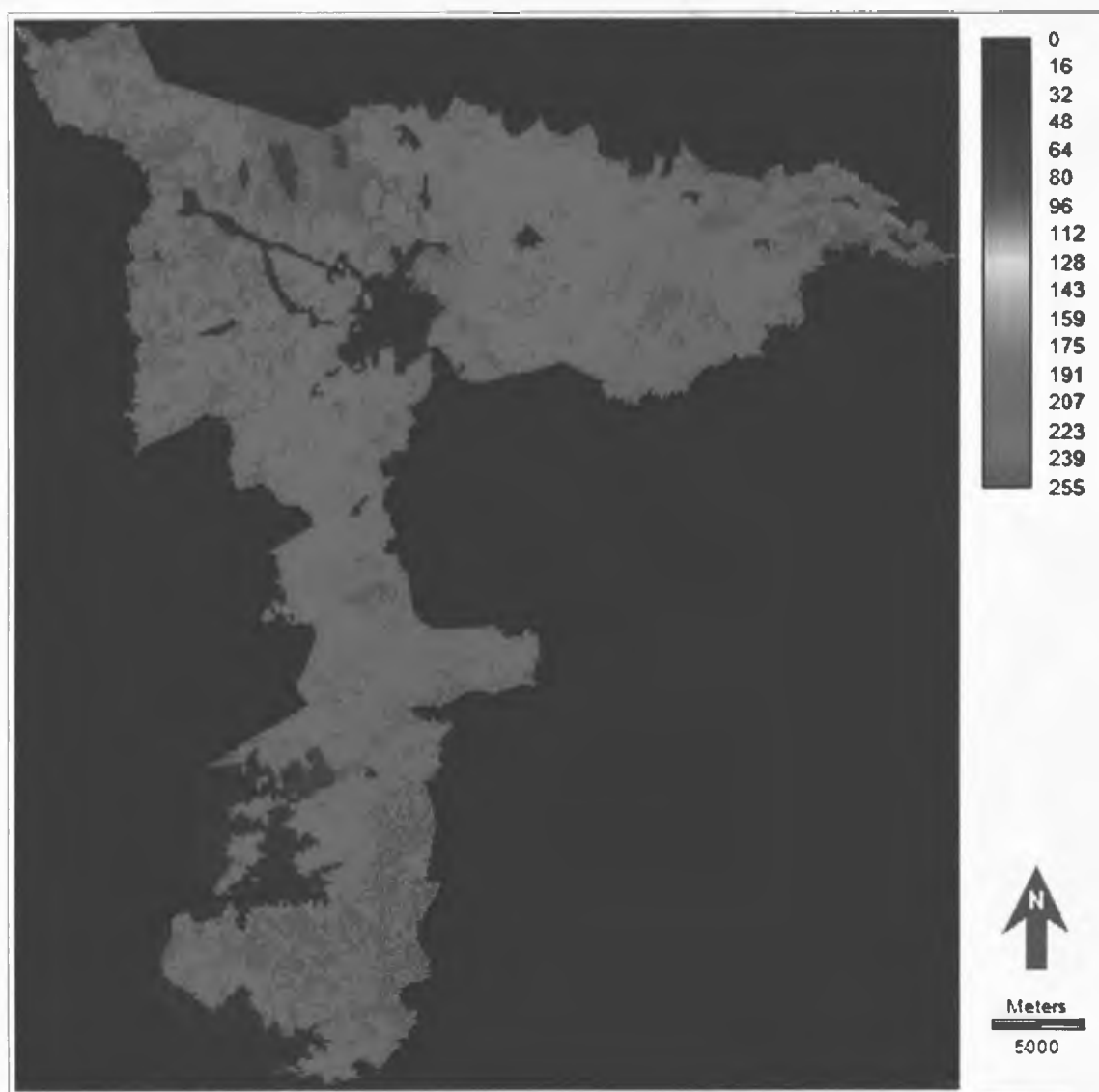


Fig. 72 Mapa final de factor cobertura vegetal.

Se llevó a cabo la ponderación de las texturas, teniendo en cuenta que entre más fina es la textura, más lenta será la permeabilidad, por ende, la textura arcillosa muy fina, se le dio la mayor ponderación, porque son suelos impermeables, que impiden el paso de los lixiviados a los mantos freáticos. La textura arcillosa fina, representó la segunda mayor valoración, porque es también, altamente impermeable; las texturas de esqueleto arcilloso y la textura francosa fina poseen un menor grado de permeabilidad. (Véase cuadro 37 y fig. 74).



Fig. 73 Mapa de textura de los suelos.
Fuente: Dirección Nacional de Reforma Agraria; Catastro Rural de Tierras y Aguas.
Proyecto CATAPAN.

Cuadro 37. Ponderación del criterio factor textura del suelo. índice de consistencia 0.02

| | arcillosa muy fi | arcillosa fina | esqueleto | francosa fi | sin datos |
|---------------------|------------------|----------------|-----------|-------------|-----------|
| arcillosa muy fina | | 1.2 | 2.5 | 3.0 | 9.0 |
| arcillosa fina | | | 2.0 | 3.0 | 8.0 |
| esqueleto arcilloso | | | | 2.5 | 7.0 |
| francosa fina | | | | | 5.0 |
| sin datos | | | | | |

Fuente: investigador.

Los usos agropecuarios sobre todos los pastizales dedicados al pastoreo se le atribuyo la segunda mayor ponderacion pese a que poseen pastos son los mas aptos para la naturaleza de la vegetacion existente

El uso agropecuario de subsistencia fue la tercera ponderacion pues por lo general son suelos con cultivos temporales lo que aumenta el valor de la tierra

Los bosques intervenidos o secundarios obtuvieron la cuarta ponderacion poseen arboles entre 15 a 25 m alteradas por la explotacion del hombre sin embargo tienen una importancia ecologica porque representan una etapa sucesional hacia bosque maduro La plantacion forestal posee una alta importancia economica en el sector maderero y en los aserraderos

Las menores ponderaciones se presentaron en tierras ocupadas para otros usos sobre todo las areas urbanas y rurales ocupadas en los manglares cercanos a la costa y en los margenes esteros al sur del distrito que no son aptos para construccion de infraestructuras de este tipo Las aguas interiores formadas por las quebradas rios y lagos son consideradas restrictivas (Vease cuadro 36 y fig 68)

El indice de consistencia de la matriz de ponderacion fue de 0.02 esto indica que los valores establecidos poseen suficiente consistencia logica para la evaluacion Una vez establecida la ponderacion de las categorias se llevo a cabo la reclasificacion del mapa raster mediante la herramienta *reclass* de acuerdo a los pesos establecidos

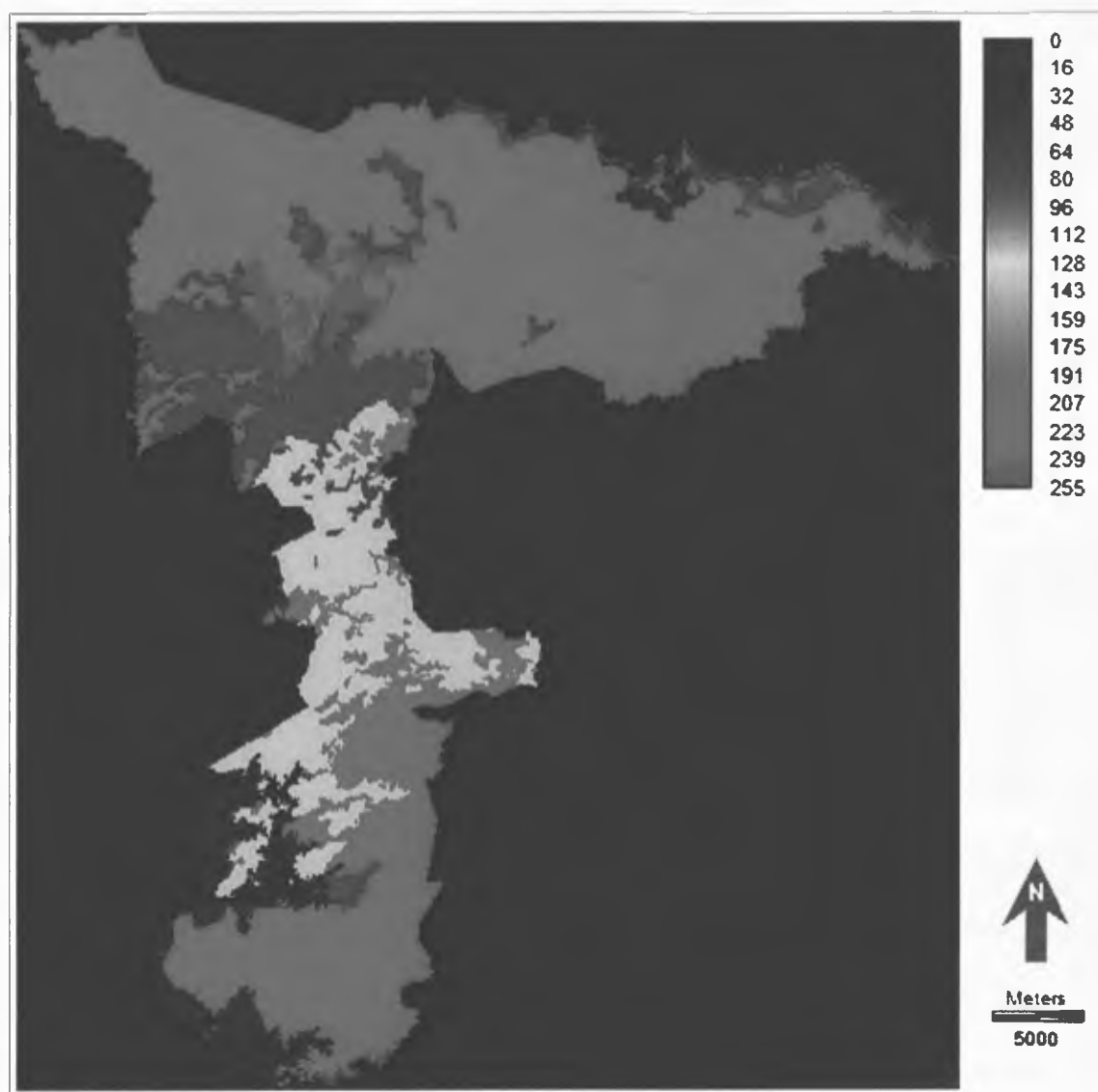


Fig. 75 Mapa final del factor textura de los suelos.

11.2.3 Drenaje de los suelos.

Un drenaje adecuado de los suelos, permite la remoción del exceso agua acumulada a lo largo de la superficie o perfil del suelo, evitando encharcamientos e inundaciones en el área.

Por ello, se adquirió la capa de drenaje de suelos del distrito de Santiago, digitalizada en formato raster. (Véase fig. 76)

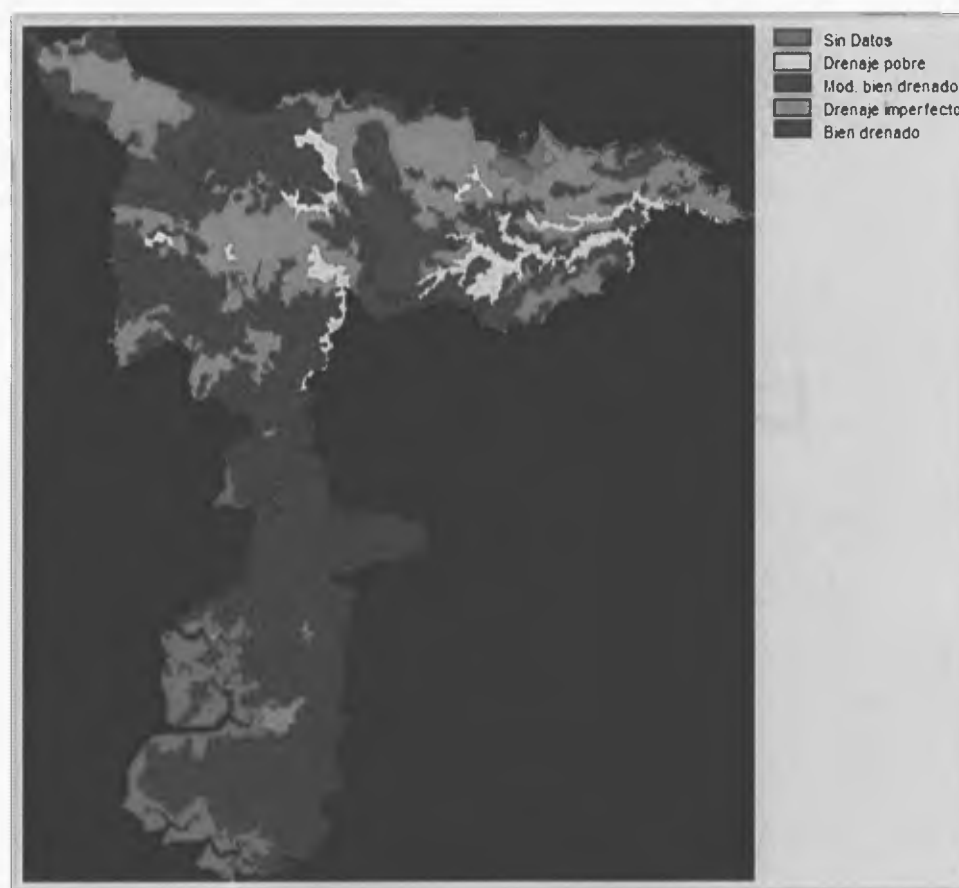


Fig. 76 Mapa de drenaje del distrito de Santiago.

Fuente: Dirección Nacional de Reforma Agraria; Catastro Rural de Tierras y Aguas.
Proyecto CATAPAN

Se ponderaron las categorías de drenaje, dándole la mayor ponderación a los terrenos bien drenados, pues son áreas sin encharcamientos ni inundaciones; la segunda ponderación fue el drenaje moderado, donde existen leves problemas de escurrimiento superficial y las menores ponderaciones a los terrenos con drenaje imperfecto y pobre, que son propensos acumular agua y anegarse. (Véase cuadro 38 y fig. 77)

Cuadro 38 Ponderacion del criterio factor drenaje del suelo, indice de consistencia 0 00

| | Bien drenado | Moderadamente | Drenaje imperi | Drenaje pobre |
|----------------------------|--------------|---------------|----------------|---------------|
| Bien drenado | | 15 | 40 | 60 |
| Moderadamente bien drenado | | | 20 | 40 |
| Drenaje imperfecto | | | | 20 |
| Drenaje pobre | | | | |

Fuente investigador

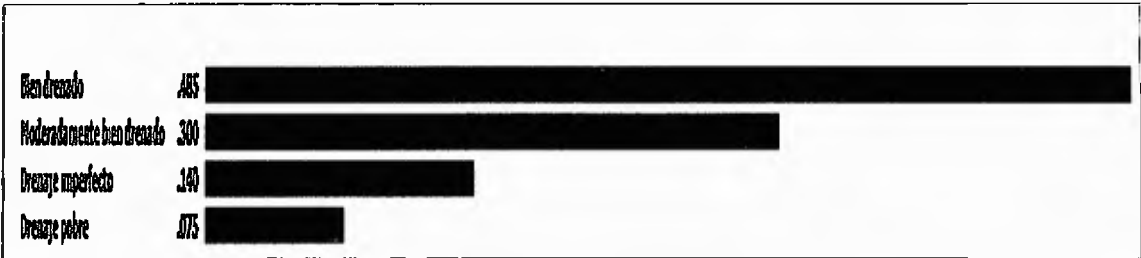


Fig 77 Ponderacion del factor drenaje de los suelos

Seguidamente se realizo la reclasificacion del mapa gracias a la herramienta GIS analysis database query *reclass* segun los pesos establecidos una vez reclasificado se genero el mapa de drenaje de los suelos ponderados luego se normalizo el mismo con valores de escala continua entre 0 (cero) y 255 pixel esto se efectuo con la herramienta image processing enhancement *stretch*

Se obtuvo así el mapa final de factor drenaje de los suelos en una escala lineal de 0 (cero) a 255 donde los valores cercanos a 255 pixel son los mas aptos y los cercanos a 0 (cero) pixel los menos aptos tomando en cuenta el drenaje de los suelos (Vease fig 78)

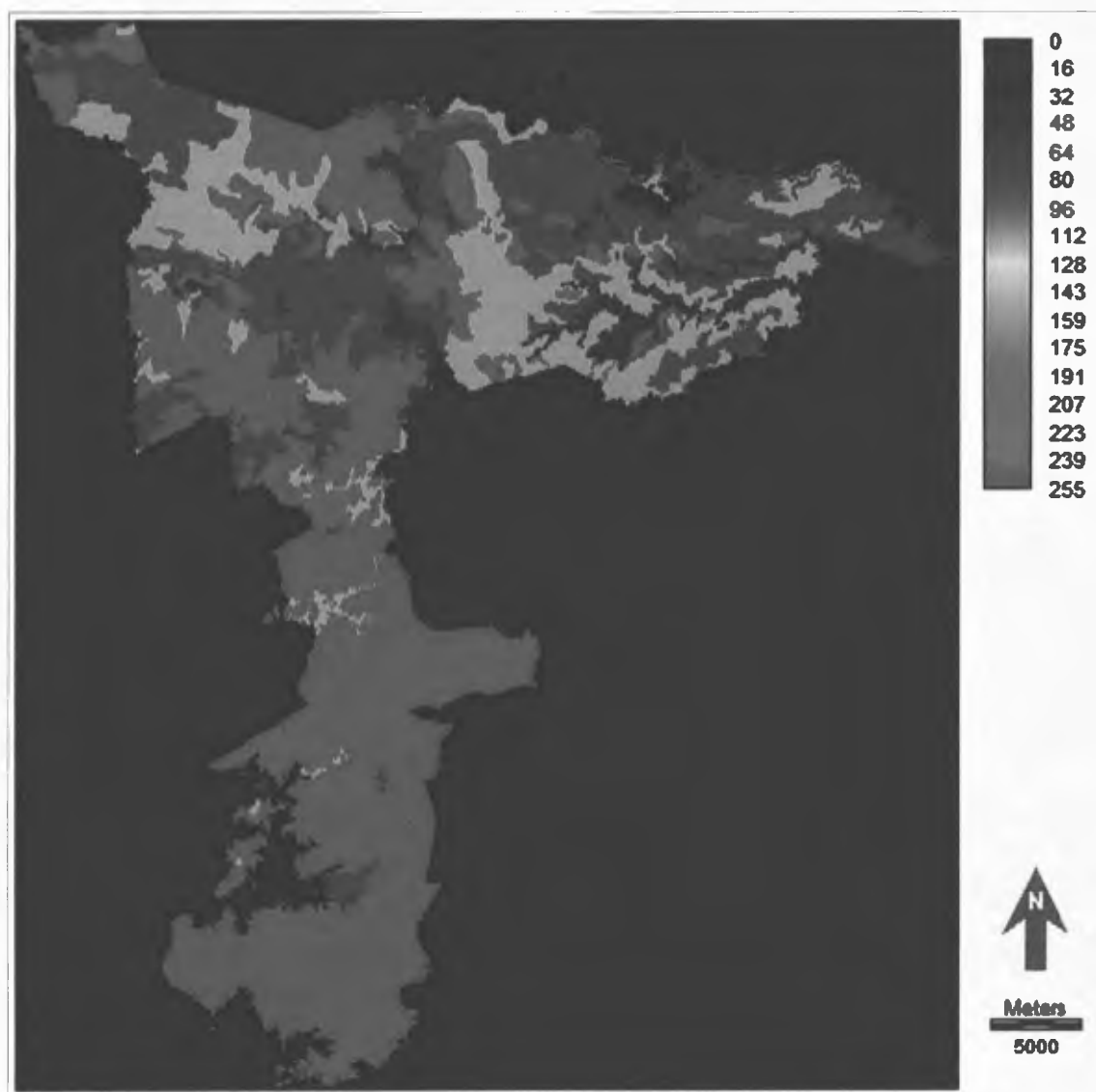


Fig. 78 Mapa de final del factor drenaje de los suelos.

11.2.4. Pendiente.

El factor de la topografía influye en el tipo de relleno sanitario, por lo tanto, son convenientes, pendientes suaves y onduladas donde se pueda obtener los mayores beneficios por superficie. Para determinar las pendientes se obtuvieron las curvas de nivel del distrito de Santiago a intervalos de 30 metros en formato vectorial. (Véase fig. 79)

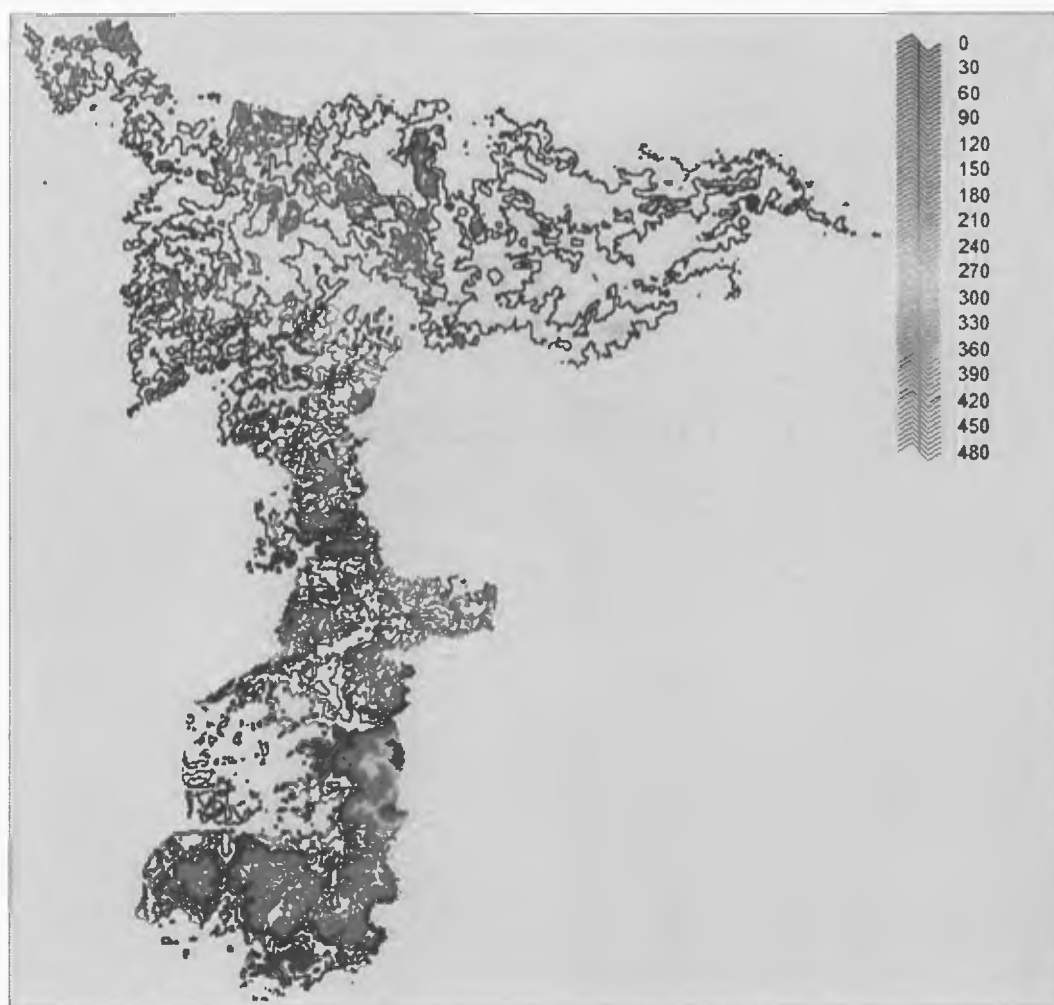


Fig. 79 Mapa de curvas de nivel del distrito de Santiago.
Fuente: Modelo de Elevación Digital (DEM) de la República de Panamá, generado por el programa SRTM de NASA. Se presume que es una interpolación a 30m del modelo de 90m.

Se creó un *tin*, que es el modelo de elevación digital, a partir de las curvas de nivel, mediante la herramienta de GIS analysis, surface analysis, tin interpolation, *tin*¹¹, que sirvió de base para el levantamiento del modelo de elevación del distrito de Santiago.

¹¹ El módulo TIN genera un modelo de red irregular de triángulos (TIN) a partir de cualquiera de los puntos vector o vectores de isolíneas. Idrisi Selva Help System.

La herramienta, también, permitió transformar el *tin* a superficie digital de elevación. (Véase fig. 80)

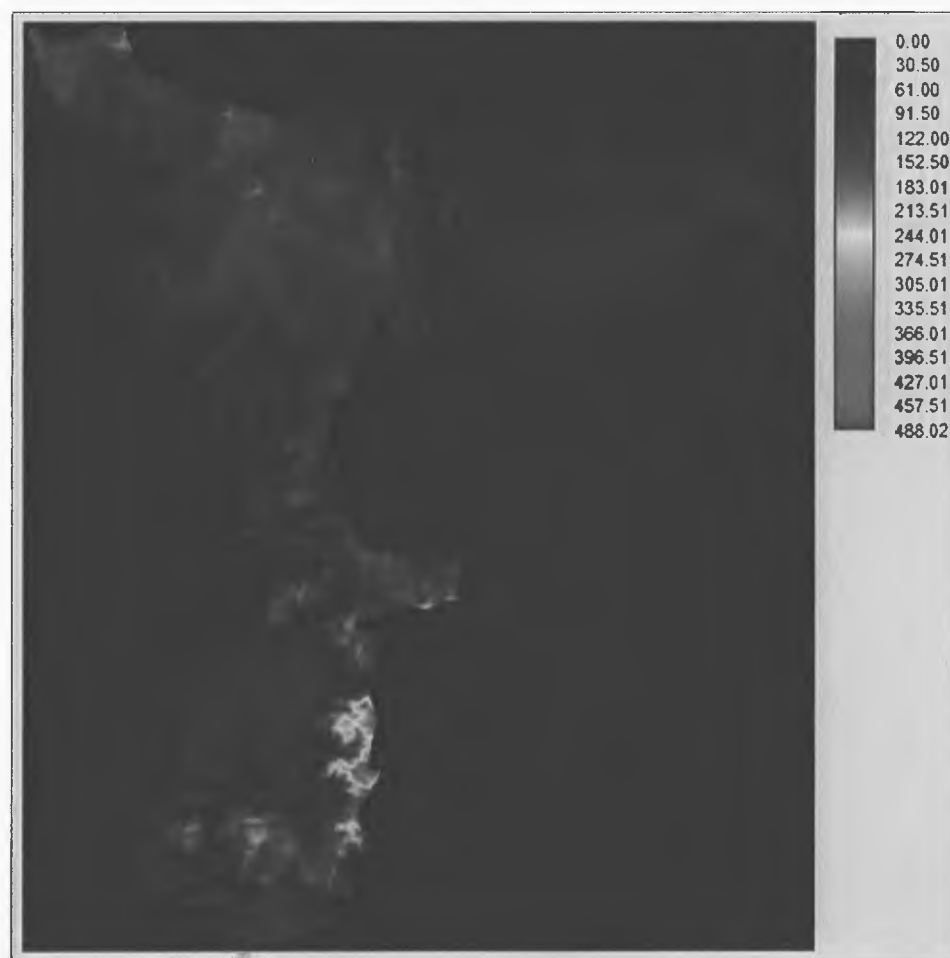


Fig. 80 Mapa raster de modelo de elevación digital.

Posteriormente, en base al modelo de elevación, se generó la pendiente en grados (slope), con la ayuda de la herramienta GIS analysis, surface analysis, topographic variables, *slope*. (Véase fig. 81)

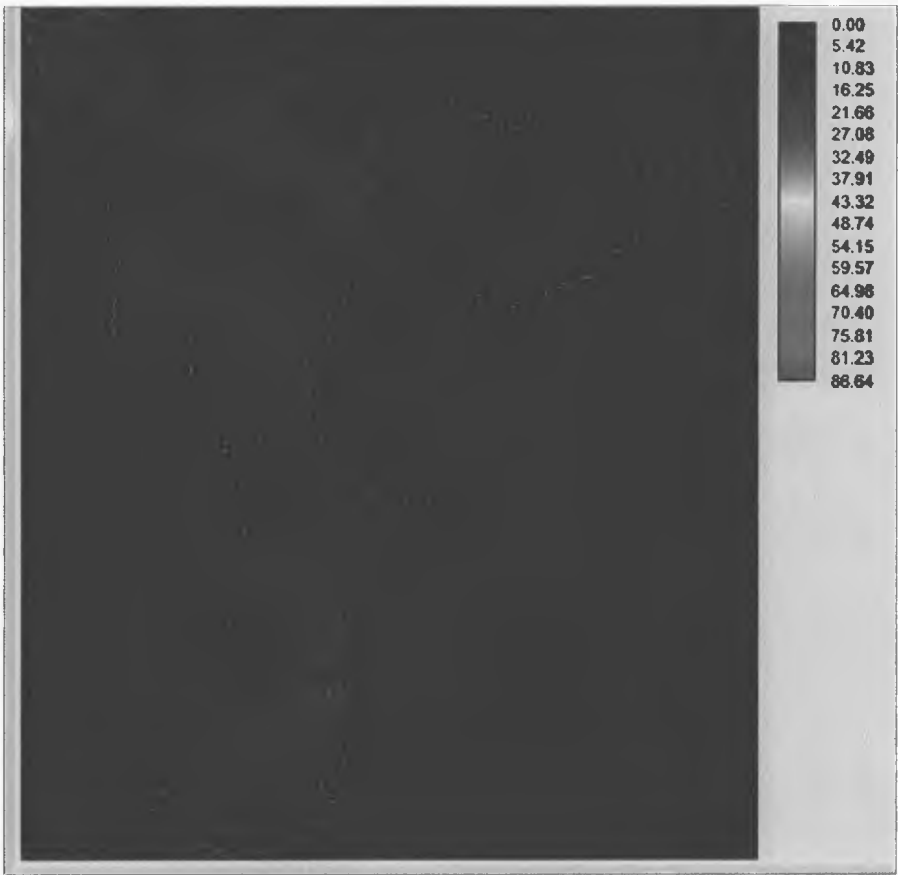


Fig. 81 Mapa de pendiente en grados.

. Realizado el mapa de pendientes, se llevó a cabo la ponderación de las categorías de pendientes, dándole mayor ponderación a las pendientes suaves y casi planas de 0 a 3°, seguido de las pendientes de 3 a 6°, 6 a 9° de 9 a 12° y más de 12°. (Véase cuadro 39 y fig. 82)

Cuadro 39. Ponderación del criterio factor pendiente, índice de consistencia 0.0.

| | 0 A 3 | 3 A 6 | 6 A 9 | 9 A 12 | MÁS DE 12 |
|-----------|-------|-------|-------|--------|-----------|
| 0 A 3 | | 1.5 | 2.0 | 3.0 | 4.0 |
| 3 A 6 | | | 1.5 | 2.0 | 3.0 |
| 6 A 9 | | | | 1.5 | 2.0 |
| 9 A 12 | | | | | 1.5 |
| MÁS DE 12 | | | | | |

Fuente: investigador.

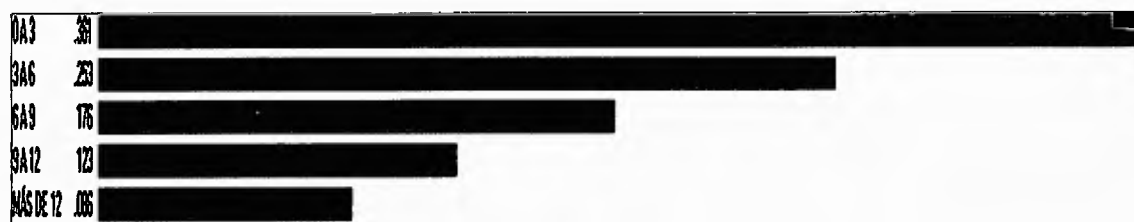


Fig 82 Ponderacion del factor pendiente

Despues de realizar la ponderacion el mapa se reclasifico mediante la herramienta GIS analysis database query *reclass* de acuerdo a los valores establecidos y segun las categorias de grados de pendiente

Por ultimo se normalizo el mapa con valores en una escala continua entre 0 (cero) y 255 pixel esto se realizo con la herramienta image processing enhancement *stretch*

Elaborado el mapa final del factor pendiente indica que valores cercanos a 255 pixeles son los mas aptos y los cercanos a 0 (cero) los menos aptos de acuerdo a la pendiente (Vease fig 83)

11 2 5 Productividad de acuíferos

Uno de los principales problemas de los rellenos sanitarios es la contaminacion de las aguas subterранеas almacenada en los acuíferos a causa a los lixivados

En nuestro pais existen pocos estudios sobre este tema por ello se tomo como referencia el estudio hidrogeologico llevado a cabo por la Empresa de Trasmision Electrica ETESA basado en la productividad de los acuíferos estudio geologicos y perforacion de pozos efectuados por el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales IDAAN

Con la información recabada, se elaboró el mapa de productividad de los acuíferos en formato raster, que es la referencia para el mapa presentado. (Véase fig.

84)



Fig. 83 Mapa fina del factor pendiente.



Fig. 84 Mapa de productividad de los acuíferos del distrito de Santiago.
Fuente: EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, S.A. DEPARTAMENTO DE
HIDROMETEOROLOGÍA. (1999). MAPA HIDROGEOLÓGICO DE PANAMÁ ESCALA
1:1,000,000.

Seguidamente, se efectuó la ponderación de las categorías, dándole mayor valor a los acuíferos de productividad limitada, por tener menor cantidad de agua almacenada y menor capacidad de recarga, para un posible abastecimiento de la población, en ese orden siguieron los acuíferos de baja producción, producción moderada y productivos. (Véase cuadro 40 y fig. 85)

Cuadro 40 Ponderacion del criterio factor pendiente, indice de consistencia 0 01

| | ACUIFEROS DE PR | ACUIFEROS DE B | ACUIFEROS MOD | ACUIFEROS PRO |
|-------------------------------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| ACUIFEROS DE PRODUCTIVIDAD LIMITADA | | 1 5 | 3 0 | 5 0 |
| ACUIFEROS DE BAJA PRODUCCION | | | 1 5 | 3 0 |
| ACUIFEROS MODERADAMENTE PRODUCTIVOS | | | | 3 0 |
| ACUIFEROS PRODUCTIVOS | | | | |

Fuente investigador

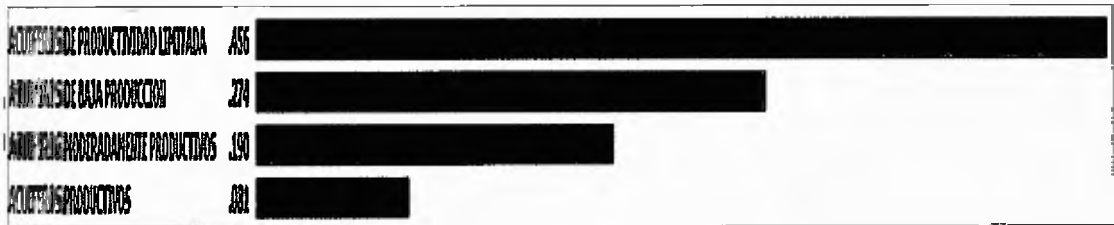


Fig 85 Ponderacion del factor productividad de los acuíferos

Se reclasifico el mapa de acuíferos mediante la herramienta GIS analysis database query *reclass* de acuerdo a los pesos ponderados para obtener el mapa de productividad de acuíferos ponderado. Realizada la reclasificación se generó el mapa ponderado.

Se normalizó el mapa a través de la herramienta image processing enhancement *stretch*.

Normalizado el mapa se obtuvo el mapa final del factor productividad de los acuíferos (Véase fig 86).

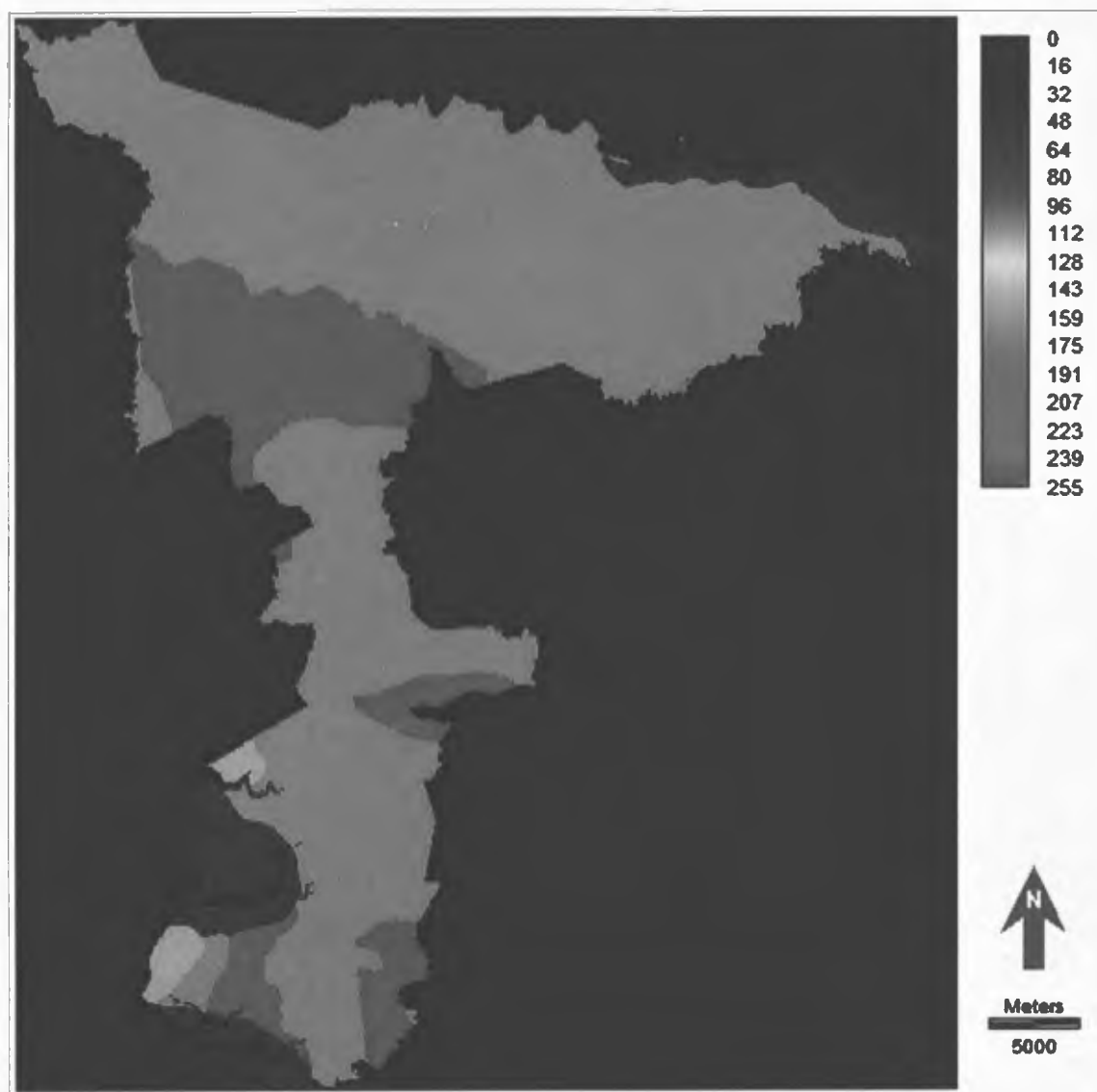


Fig. 86 Mapa final del factor productividad de los acuíferos.

Los valores cercanos a 255 pixel, indican los sitios más aptos, por su parte los cercanos a 0 (cero) pixel, los menos aptos tomando en consideración la capacidad de producción de los acuíferos.

11 2 6 Accesibilidad

Se define la accesibilidad como la facilidad con que se puede llegar a un sitio desde otras localidades (Goodall 1987 en Farrow y Nelson 2001) Para determinar la accesibilidad se hace necesario conocer la ubicacion geografica de los poblados del distrito la topografia basada en la pendiente el material de las carretas o caminos la existencia de rios y las coberturas de uso del suelo

En la investigacion se priorizo en el material para la construccion de las carreteras o caminos de caracter horizontal (*friccion sintropica*¹²) y la pendiente de caracter vertical (*friccion asintropica*¹³) para establecer la accesibilidad del distrito de Santiago Es imprescindible la cobertura de las vias Santiago en formato raster (Vease fig 87)

Despues se reclasifico los tipos de vias de acuerdo a la friccion mediante la herramienta GIS analysis database query *reclass* teniendo en cuenta que a mayor friccion menor velocidad y mayor tiempo de recorrido por ejemplo en una carretera de piedra la velocidad seria menor y el tiempo de recorrido mayor al de una carretera de asfalto

Los valores establecidos de accesibilidad que se presentan a continuacion fueron utilizados para la reclasificacion de los tipos de vias (Vease cuadro 41)

¹² Fuerza de friccion o resistencia al desplazamiento de caracter horizontal

¹³ Fuerza de friccion o resistencia al desplazamiento de caracter vertical



Fig. 87 Tipos de vías del distrito de Santiago.
Fuente: Departamento de Cartografía de la Contraloría General de la República de Panamá.

Cuadro 41. Velocidad y costo de recorrido según tipo de vía.

| Tipo de vías | Velocidad km/h | Coste min/Km. |
|---------------------------|----------------|---------------|
| Carretera de hormigón | 80 | 0.5 |
| Carretera de asfalto | 60 | 1 |
| Revestimiento superficial | 40 | 1.42 |
| Carretera de tierra | 30 | 2 |
| Sin vía | 3 | 20 |

Fuente: datos generados por investigador.

Efectuada la reclasificación de las vías se realizó el mapa de vías a través de la herramienta GIS analysis database query *overlay*¹⁴ para delimitar el área del distrito de Santiago

Para definir el costo de recorrido según el material de las vías se utilizó la herramienta GIS analysis distance operators distance *cost push*¹⁵ que permite calcular el costo del recorrido en base a una superficie de fricción horizontal sintropica creada anteriormente tomando como base la ciudad de Santiago por ser la que genera mayor cantidad de desechos y a partir de ella crear el mapa de accesibilidad a diversas áreas del distrito (Vease fig 88)

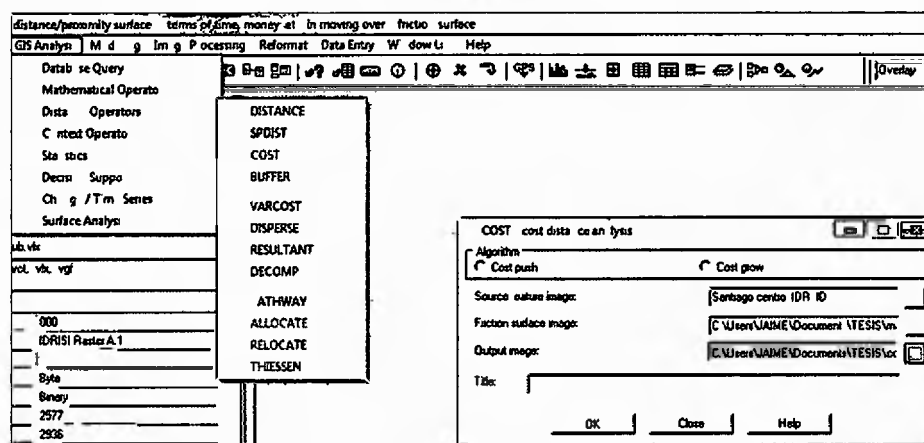


Fig 88 Utilización del comando cost push

Aplicada la herramienta se elaboró el mapa de costo del recorrido según las vías (Vease fig 89)

¹⁴ Cubrir produce una nueva imagen a partir de los datos de dos imágenes de entrada IDRISI Selva Help System

¹⁵ Coste genera una superficie a distancia / cercanía (también conocida como superficie de costo) donde la distancia se mide como el menor costo (en términos de esfuerzo gasto etc) en que se mueve sobre una superficie de fricción IDRISI Selva Help System

El mapa se normalizó, mediante la herramienta *image processing*, *enhancement*, *stretch*, donde los valores cercanos a 255 pixel son los más accesibles y de menor costo de recorrido y los cercanos a 0 (cero) pixel, los menos accesibles y de mayor costo de recorrido. (Véase fig. 90)

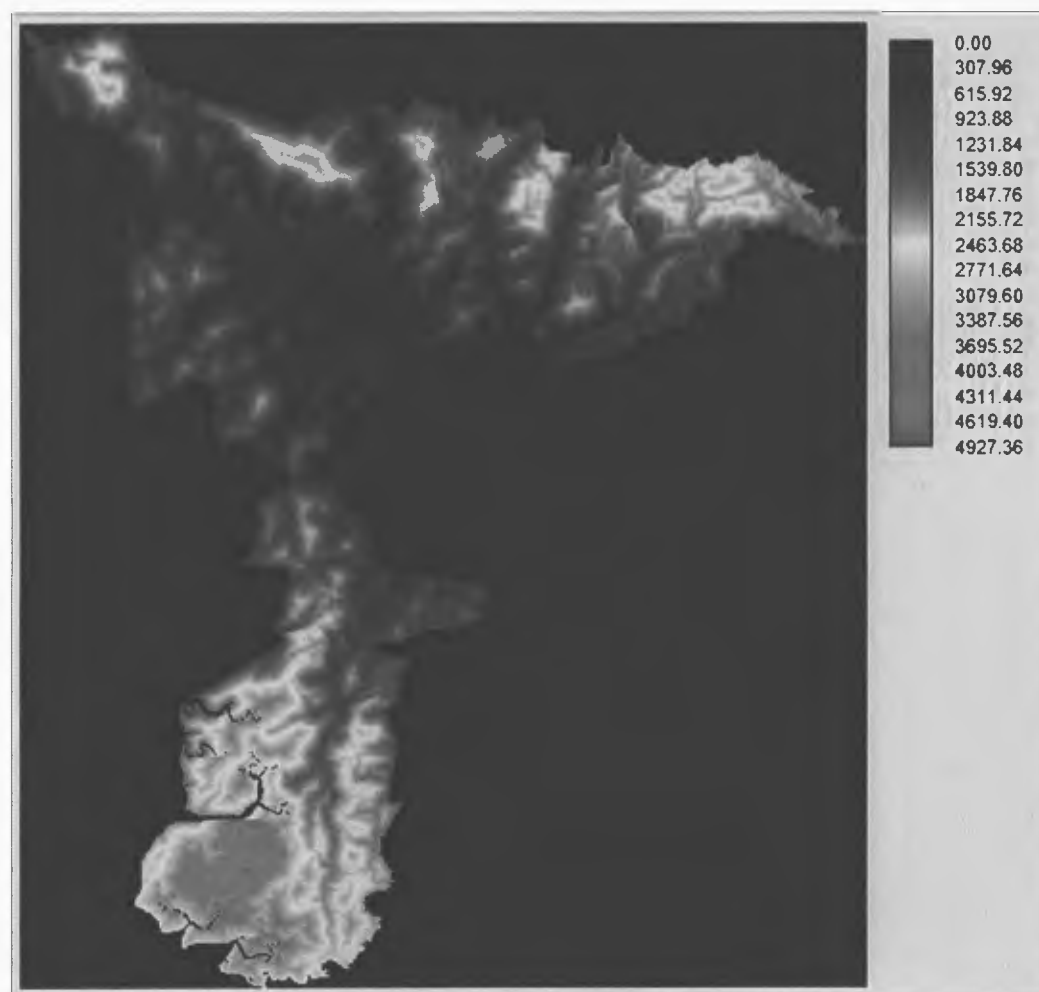


Fig. 89 Mapa de costo de recorrido, según vías.

Después se determinó el costo de recorrido, según la pendiente, fricción asintrópica.

Para ello, el mapa de pendientes en grados se reclasificó con la aplicación de la herramienta GIS analysis, database query, *reclass*.

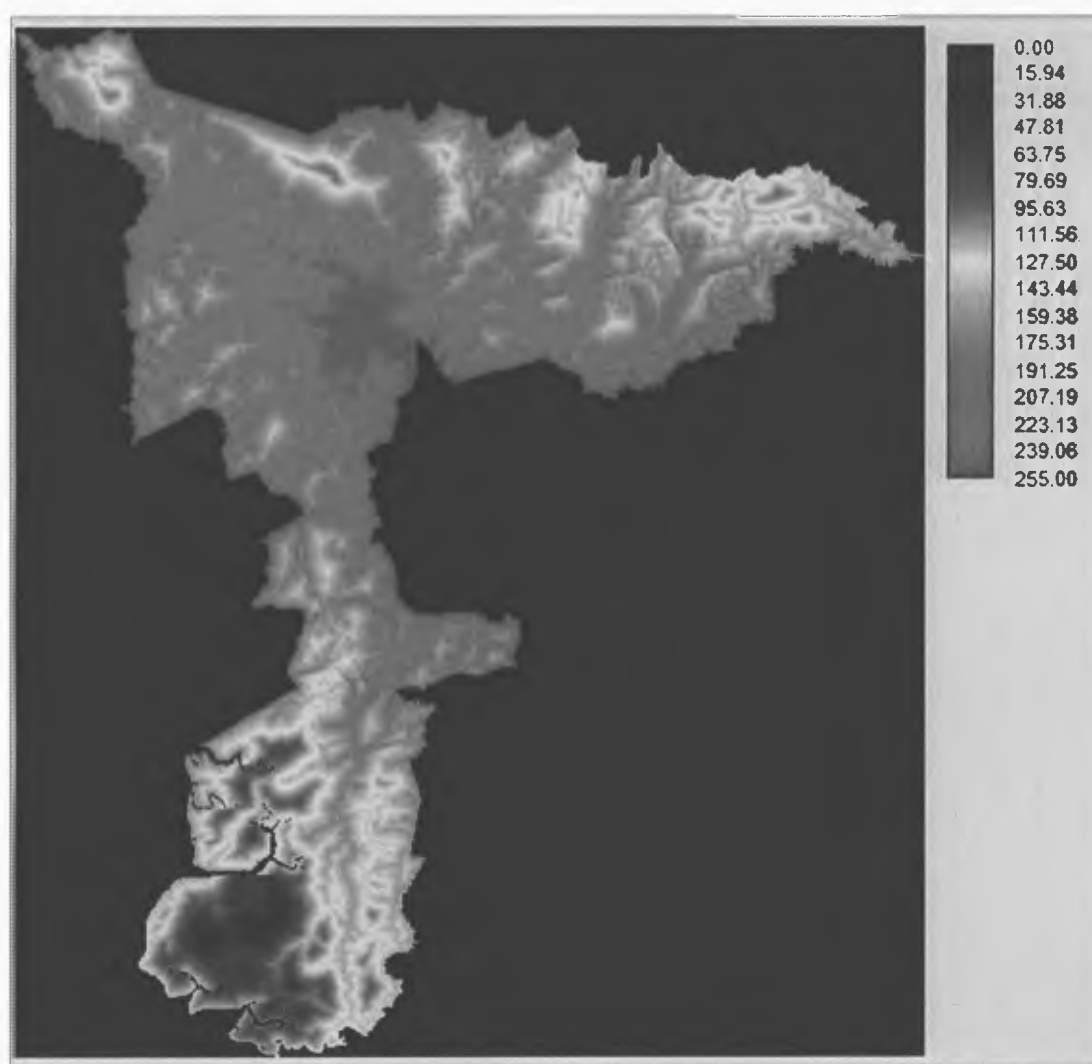


Fig. 90 Mapa de costo de recorrido final, según vías.

La reclasificación se basó, en las categorías de pendiente de accesibilidad presentadas, según coste de recorrido. (Véase cuadro 42)

Cuadro 42 Velocidad y costo de recorrido segun categoria de pendiente

| Categoria de pendiente | Velocidad km/h | Coste min/Km |
|-------------------------------|-----------------------|---------------------|
| 0 a 10 (con vehiculo motor) | 60 | 1 |
| 10 a 20 (con vehiculo motor) | 40 | 1 36 |
| 20 a 30 (con vehiculo motor) | 30 | 2 |
| 30 a 40 (con vehiculo motor) | 20 | 3 |
| > 40 (a pie) | 2 | 30 |

Fuente datos generados por investigador

Realizada la reclasificacion del mapa se calculo el costo de recorrido segun el tipo de pendiente mediante la herramienta GIS analysis distance operators distance *varcost*¹⁶ que establece un mapa de costo segun varios factores (Vease fig 91)

Para el estudio el punto de origen fue la ciudad de Santiago la friccion basada en la categoria y la orientacion de la pendiente Sin embargo para calcular el costo de recorrido segun la pendiente se delimito la direccion de la pendiente con la utilizacion de la herramienta GIS analysis surface analysis topographic variable *aspect*¹⁷ a partir del modelo de elevacion creado anteriormente (Vease fig 92)

¹⁶ Varcost es un companero al modulo costo que calcula las distancias de coste de un conjunto de características designadas (objetivos) mientras que el alojamiento de los efectos de los elementos de friccion Idrisi Selva Help System

¹⁷ El aspecto es la direccion en la que se enfrenta la pendiente maxima Los aspectos se producen en grados decimales y usan designaciones azimutales estandar 0 360 en sentido horario desde el norte Idrisi Selva Help System



Fig. 91 Mapa de recorrido, según pendiente.

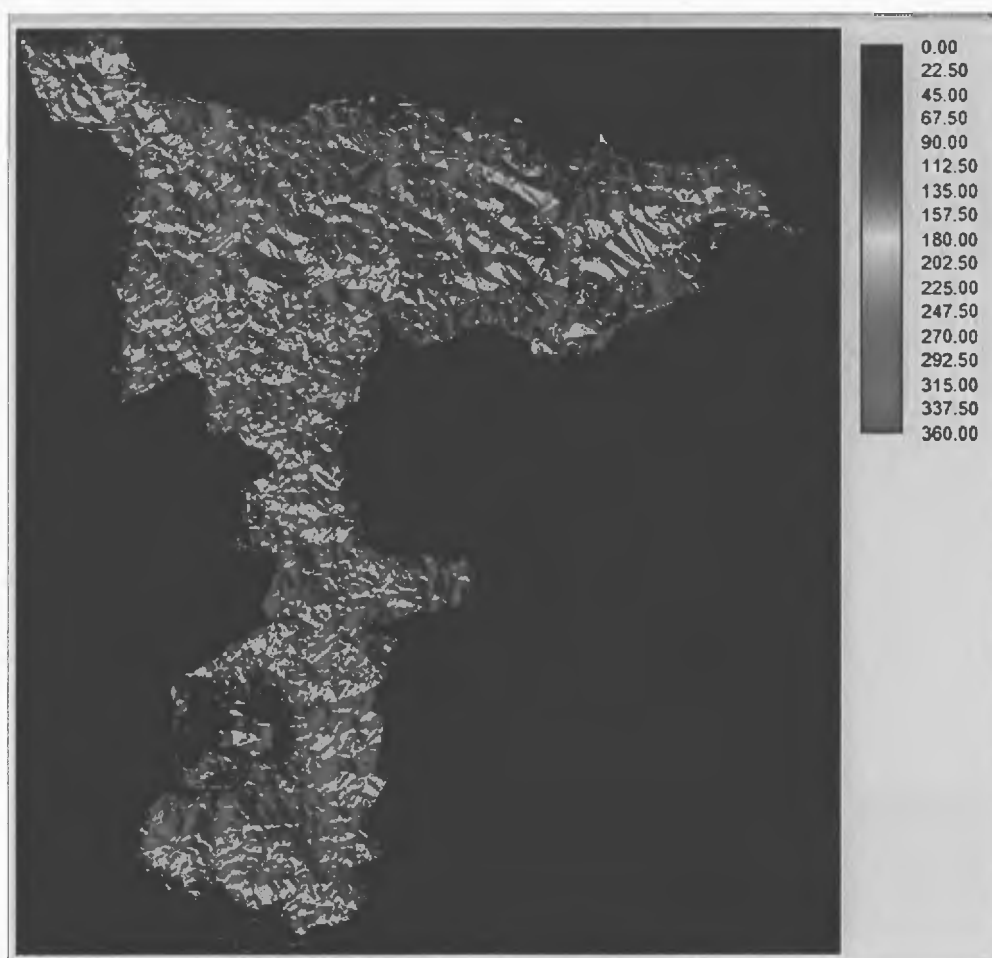


Fig. 92 Mapa de aspecto, distrito de Santiago.

El aspecto calculado, solo indica la dirección de la pendiente horizontal (la fricción), pero no así la vertical. Si la pendiente se encuentra hacia arriba o hacia abajo (la fuerza). Las áreas con la misma pendiente, pero con diferentes direcciones (aspecto) pueden tener diversas fricciones para el movimiento en una dirección dada.

Debido a ello se calculó la dirección de la imagen y fricción de la pendiente, que consistió en invertir la dirección de los valores de aspecto, con la finalidad de que la dirección del movimiento corresponda con la fricción (es decir, los valores en el punto de pendiente ascendente, en lugar de pendiente descendente).

A la capa de orientación se le dio un valor de 180 grados, a todos los valores de 0 a 180 grados; un valor de -180 grados a todos los valores desde 180 hasta 360 grados y un valor de 0 (cero) a todos los valores de -1 grados hasta 0 grados, mediante la herramienta GIS analysis, database query, *reclass*.

Generada la dirección de fricción de la pendiente (véase fig. 93), se procedió a determinar el costo de fricción según pendiente, tomando como base la ciudad de Santiago y el mapa de fricción de vías creado con anterioridad, mediante la herramienta GIS analysis, distance operators, distance, *varcost*.

Realizado el proceso, se obtuvo el mapa de recorrido según pendientes. Véase fig. 94)

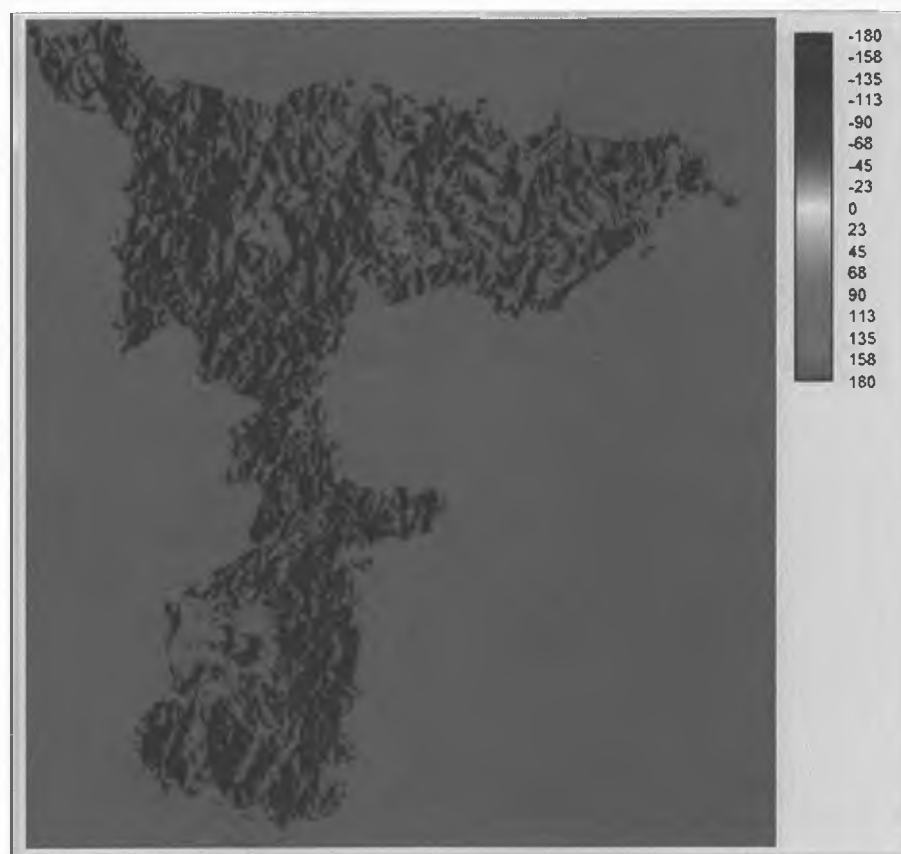


Fig. 93 Mapa de dirección de pendiente, distrito de Santiago

El mapa Se normalizó con la herramienta image processing, enhancement, *stretch*. (Véase fig. 95)

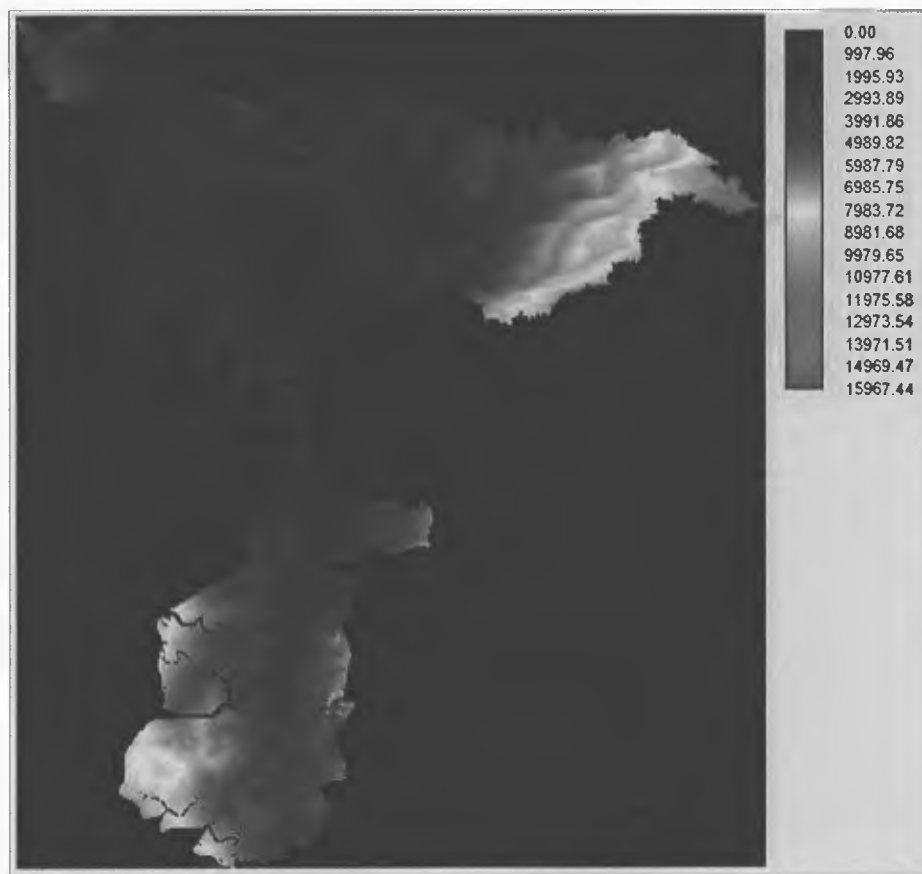


Fig. 94 Mapa de costo de recorrido, según pendiente.

. Para obtener el mapa de accesibilidad final, el costo de recorrido según vías y el costo de recorrido según pendientes, se sumaron, ponderando a cada uno con un peso de 50 y 50, a través de la herramienta modelyng, model deployment tools, *image calculator*¹⁸.

¹⁸ Calculadora de imagen: crea nuevas imágenes basadas en expresiones matemáticas y lógicas. Idrisi Selva Help System.

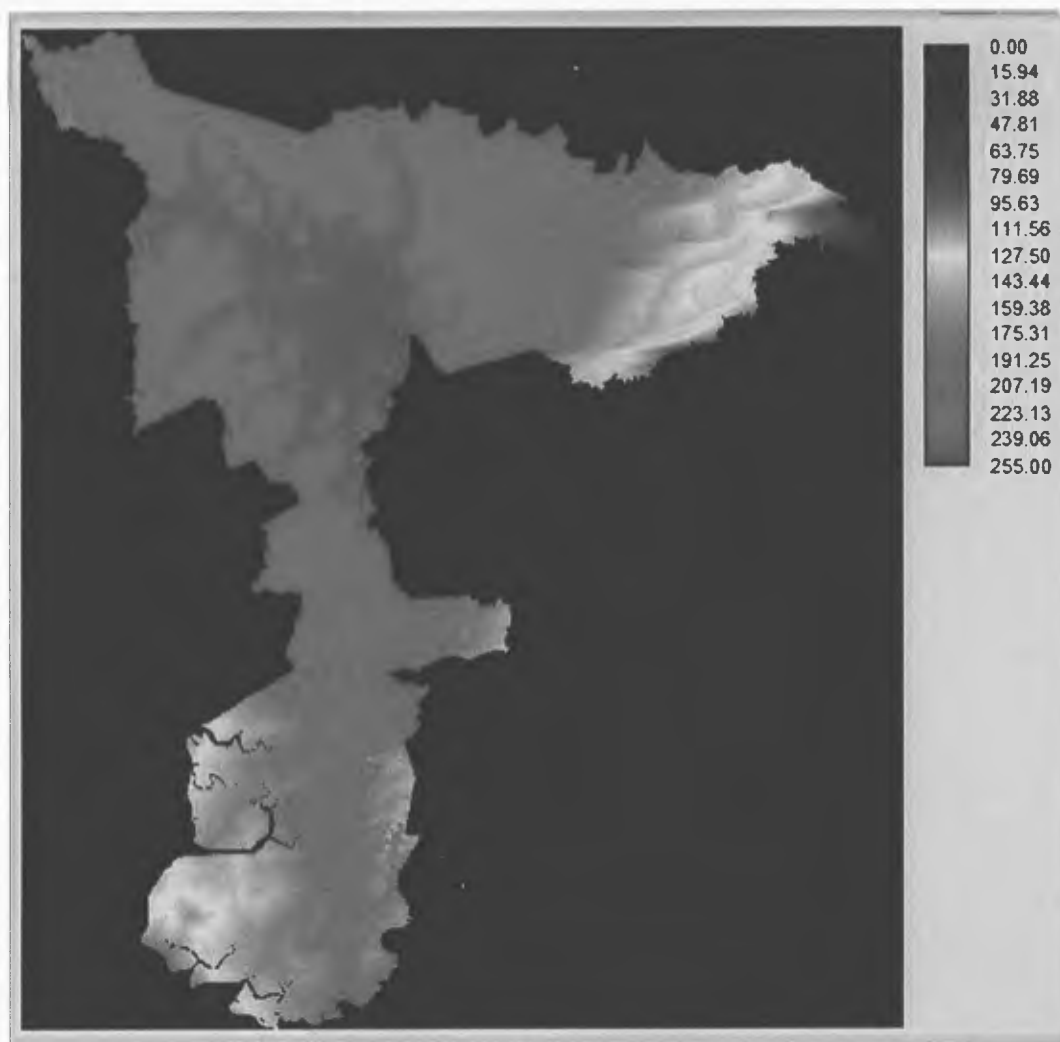


Fig. 95 Mapa de costo de recorrido final, según pendiente.

Aplicado el procedimiento se produjo el mapa final del factor accesibilidad del distrito, donde los valores cercanos a 255 pixel, son los más accesibles; mientras que los cercanos a 0 (cero) pixel, los menos accesibles tomando en consideración el tipo de vías y la pendiente. (Véase fig. 96)

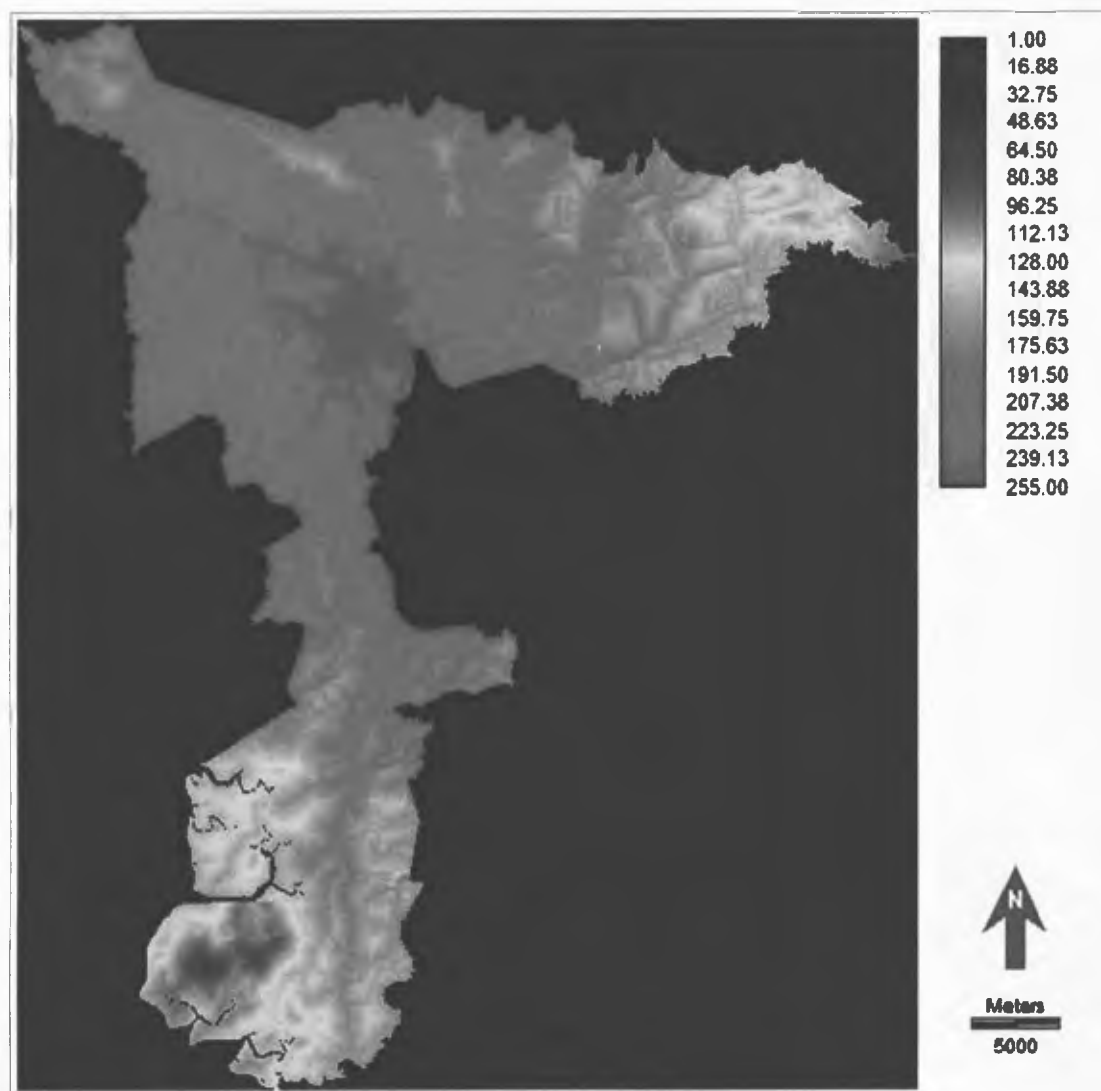


Fig. 96-Mapa final del factor accesibilidad.

11.2.7. Densidad de población.

Un factor de gran importancia es la densidad de población, determinada según los lugares poblados, pues a mayor densidad de población, mayor es el riesgo de que los habitantes sufran algún tipo de afectación o molestia.

El análisis del factor densidad poblacional, fue llevado a cabo través mediante el mapa de poblados del distrito de Santiago en formato vectorial. (Véase fig. 97)

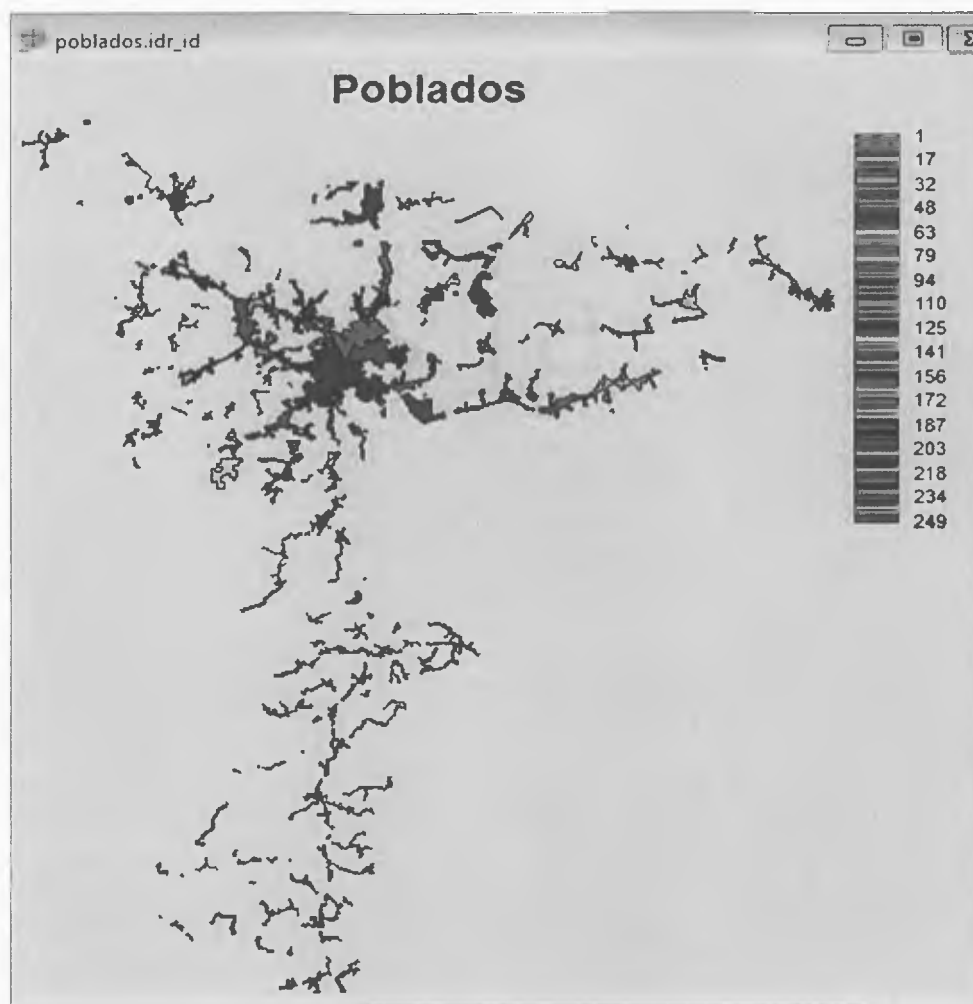


Fig. 97 Mapa de Poblados, según población.

Fuente: Departamento de Cartografía de la Contraloría General de la República de Panamá.

Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

Para calcular la superficie en kilómetros cuadrados se creó un nuevo campo en la tabla de atributos denominado área.

Seguidamente, se dividió el campo shape área en metros cuadrados entre un millón, equivalente de metros cuadrados a kilómetros cuadrados, mediante el módulo *calculate field value*¹⁹.

¹⁹ Esta opción permite al usuario crear una instrucción SQL (lenguaje de consulta estructurada) para rellenar un campo existente. Idrisi Selva Help System.

Calculada el área en kilómetros cuadrados y la población, se creó un nuevo campo denominado densidad, para luego computar la densidad de población con la división entre población y área.

El campo con los valores de densidad se transformó a raster, mediante la tabla de atributos con el comando *to raster image*²⁰. (Véase fig. 98)

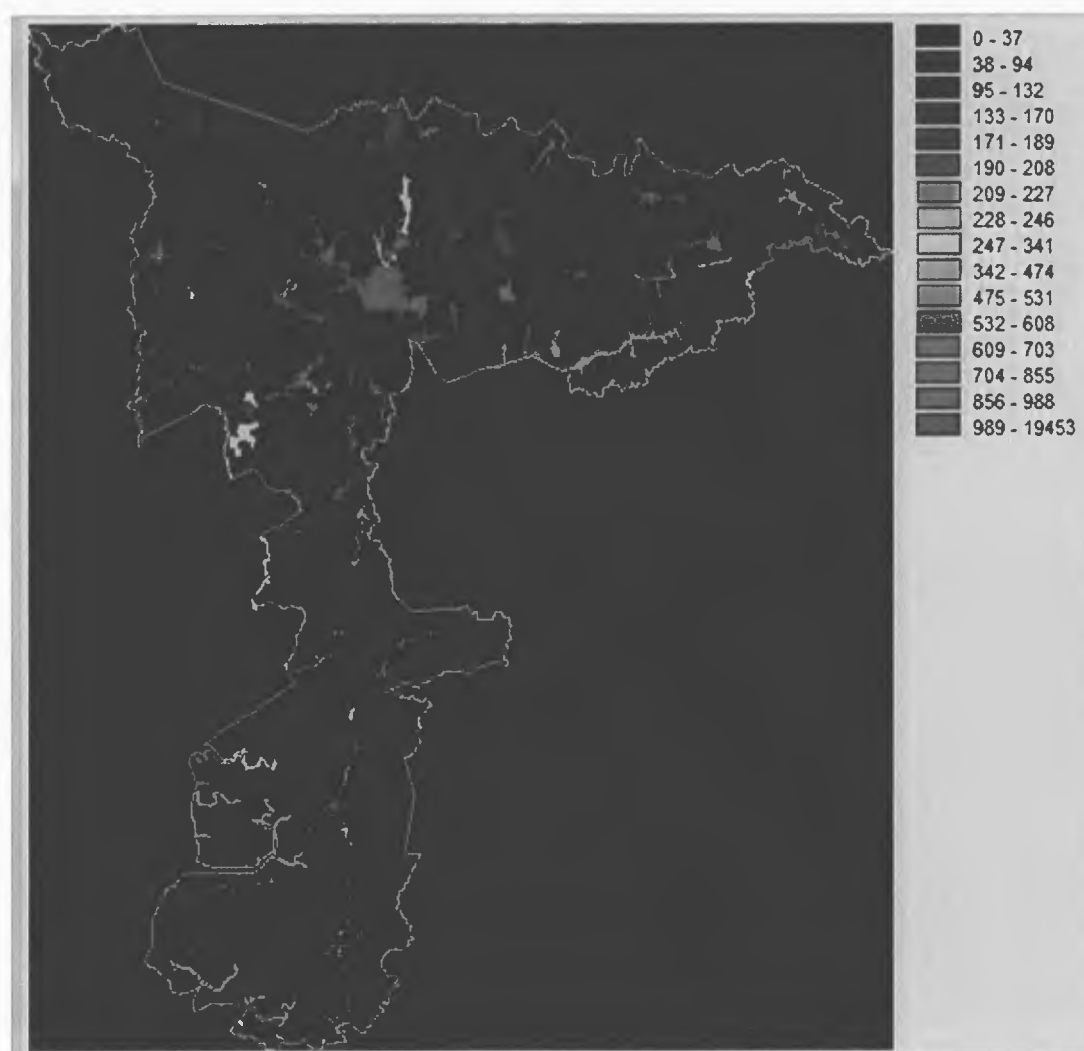


Fig. 98 Mapa de densidad de población, distrito de Santiago.

²⁰ Permite transformar los valores de tabla a imagen raster

Como el factor se basó en una distancia inversamente proporcional a la densidad de población, se calculó la distancia de los poblados mediante la herramienta GIS analysis, distance operators, *distance*²¹.

Una vez aplicado el operador, se logró obtener el mapa de distancias de los poblados. (Véase fig. 99)

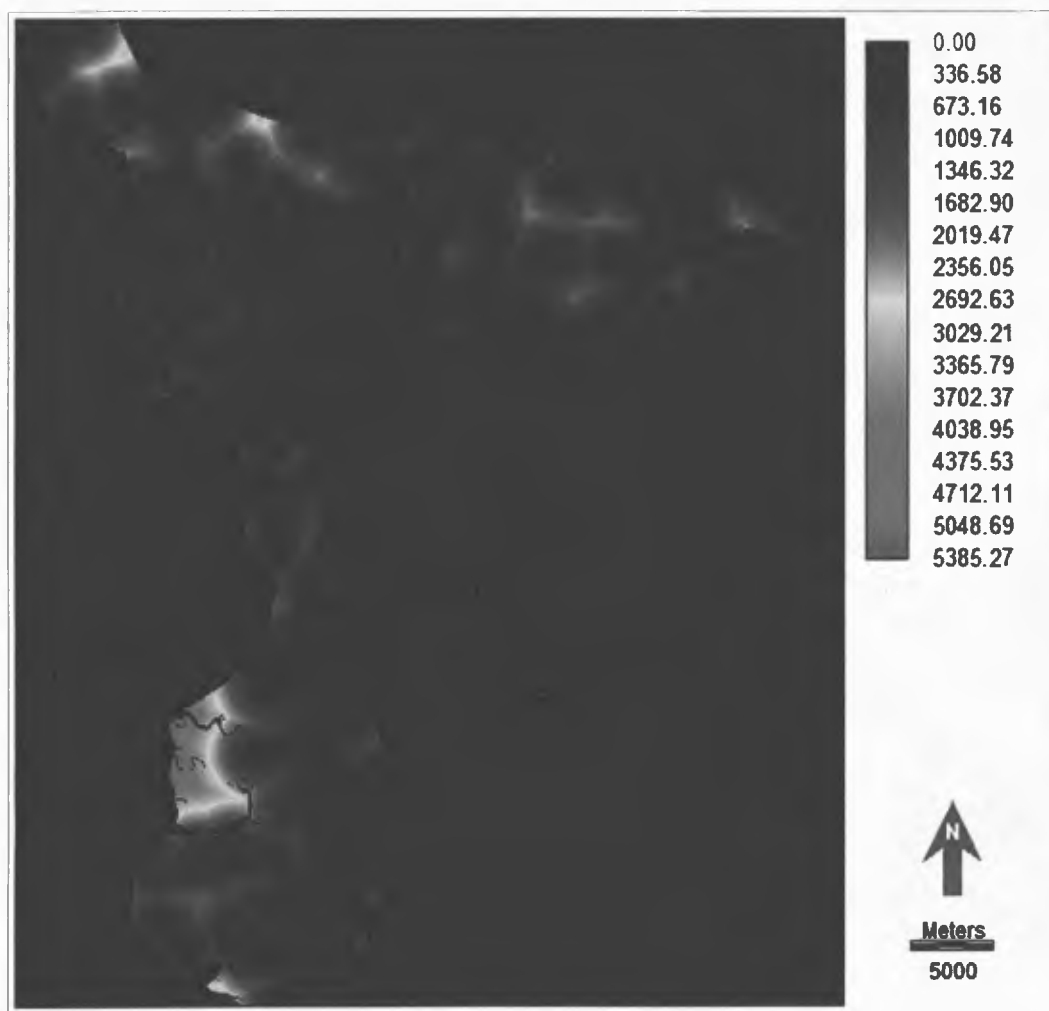


Fig. 99 Mapa de distancia de poblados, distrito de Santiago

²¹ Distancia mide al euclidiano, en línea recta, la distancia entre cada celda y la más cercana de un conjunto de características objetivo. Idrisi Selva Help System

Posteriormente, se empleó la herramienta GIS analysis, distance operators, *allocate*²², que permitió asignar la distancia calculada anteriormente a las densidades de población.

Después, ambos mapas fueron normalizados en una escala lineal de 0 a 255 pixel, por medio del comando GIS analysis, decision support, *fuzzy*²³.

Ejecutado los procesos, se obtuvieron los mapas normalizados. (Véase fig.100 y 101)

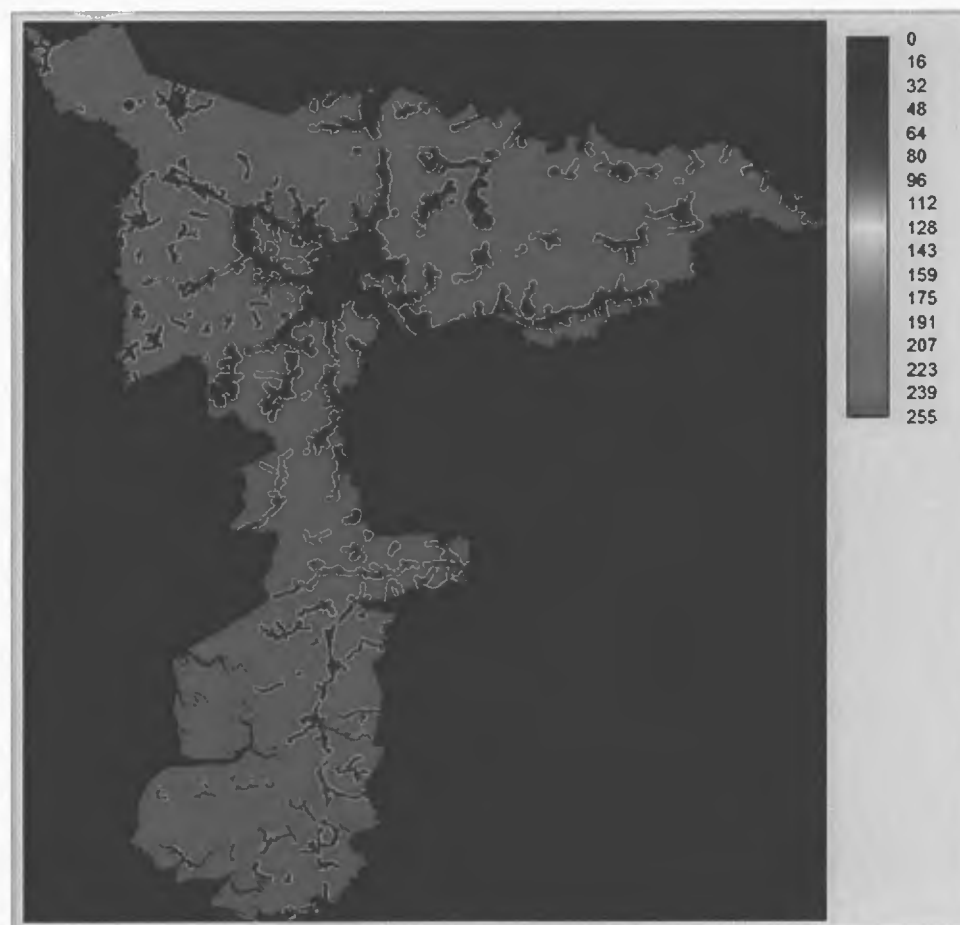


Fig. 100 Mapa fuzzy de distancia de poblados.

²² Asigna cada celda al conjunto más cercano de características designadas. Idrisi Selva Help System

²³ Evalúa la posibilidad de que cada píxel pertenezca a un conjunto difuso evaluando cualquiera de una serie de funciones de pertenencia a conjuntos difusos. Idrisi Selva Help System

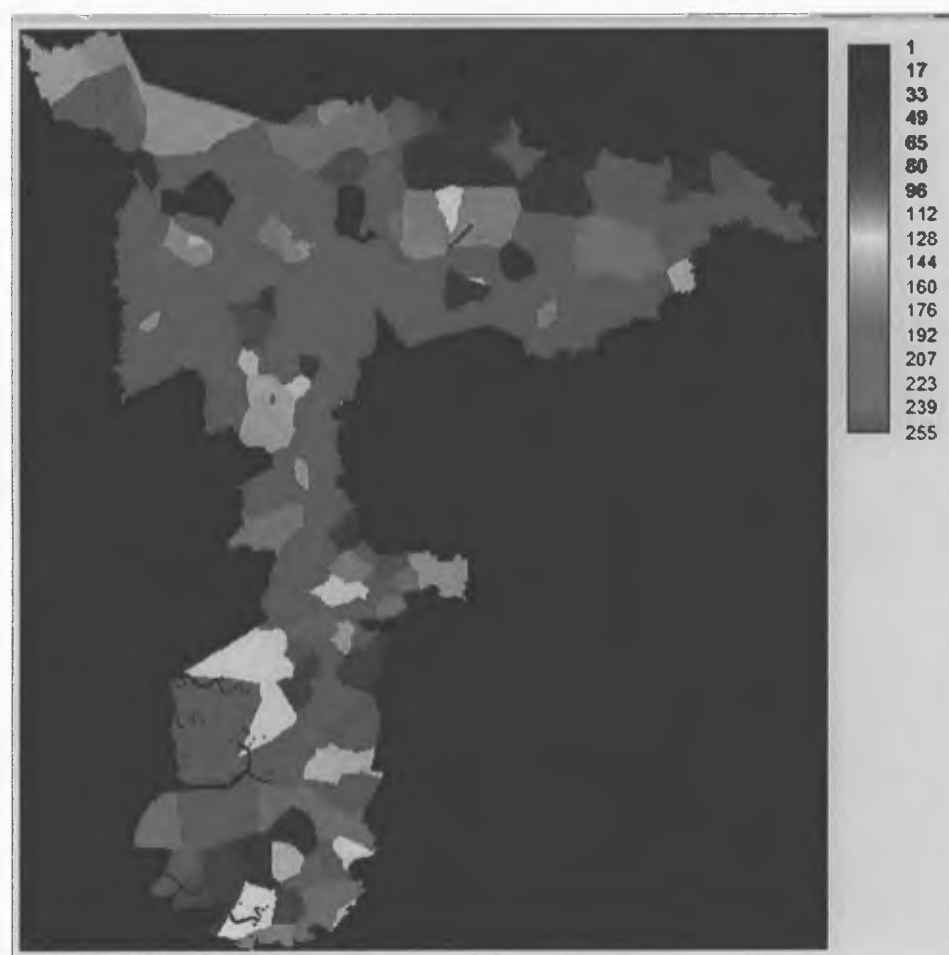


Fig. 101 Mapa fuzzy de densidad de población

Generados ambos mapas y ordenados en escala continua lineal de 0 a 255 pixel, se utilizó el comando *overlay* para sumar ambos mapas.

Aplicada la herramienta, el mapa resultante también se normalizó en escala lineal de 0 a 255, donde las áreas cercanas a 255 pixel, son las aptas y las cercanas a 0 (cero) pixel no aptas, desde el punto de vista de la densidad de población. (Véase fig. 102)

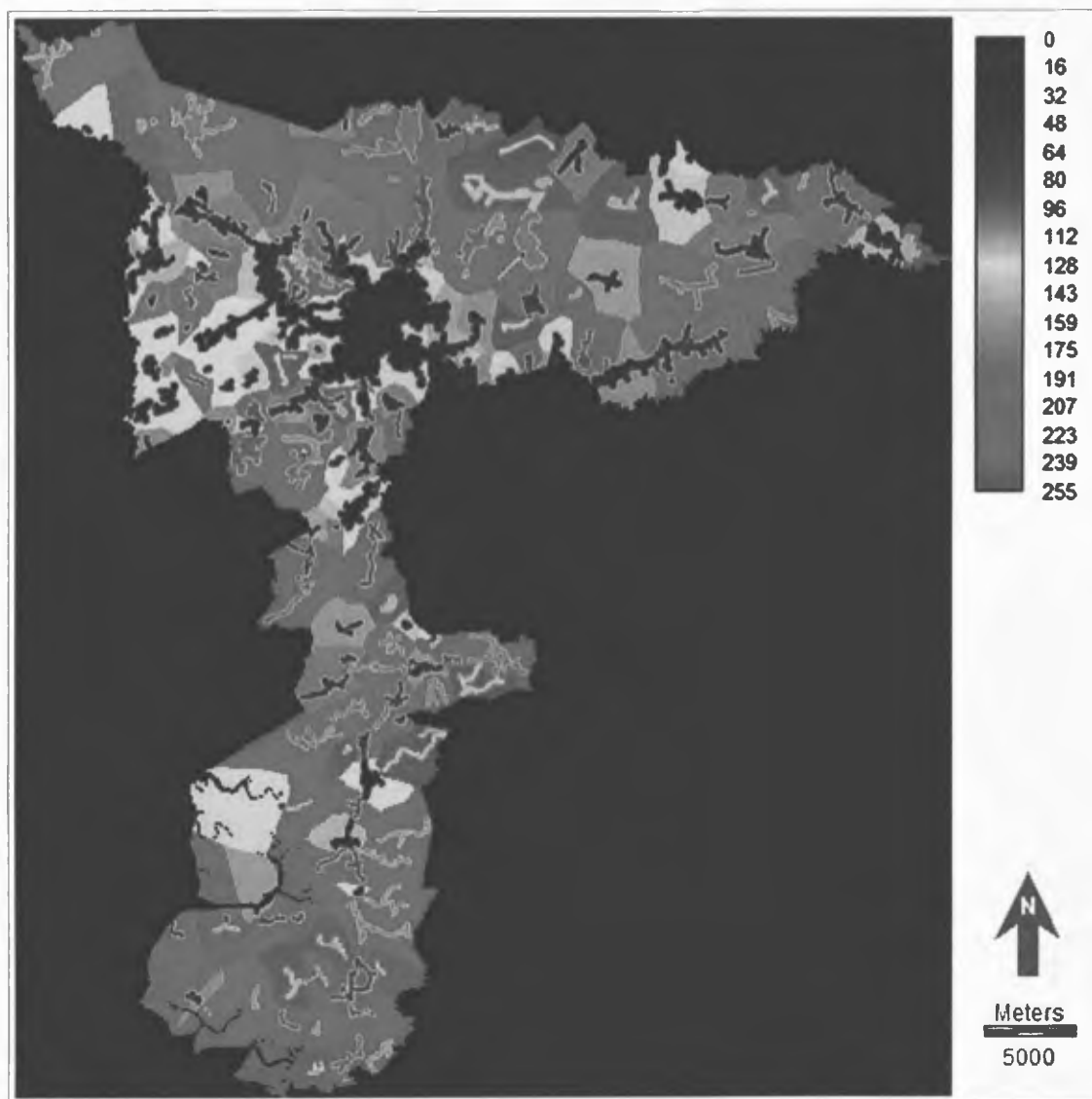


Fig. 102 Mapa final del factor densidad de población.

Elaborados los procesos se generaron los siete mapas de factores para llevar a cabo el proceso de evaluación multicriterio. (Véase fig.103)

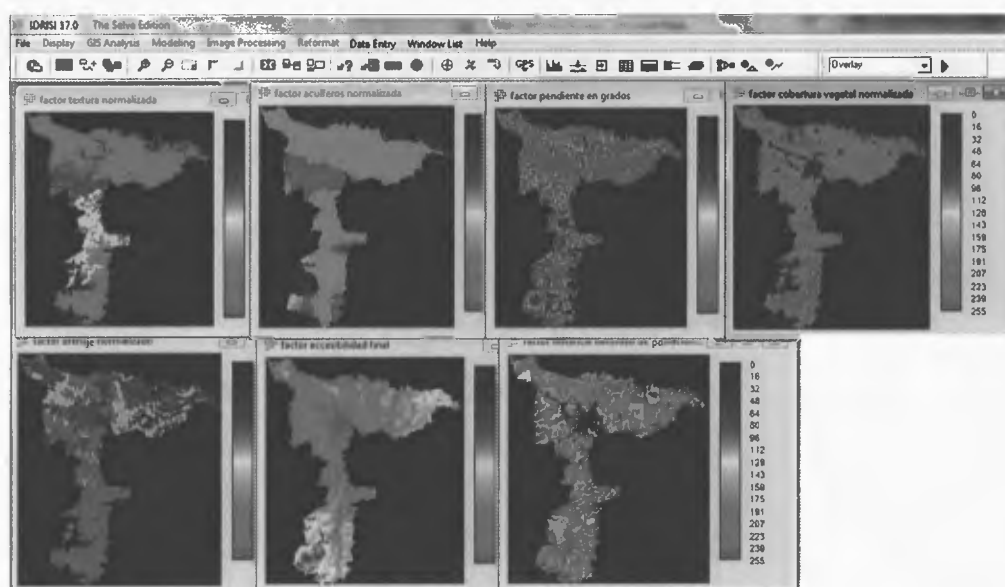


Fig. 103 Mapa finales de factores para la evaluación multicriterio.

11.3. Aplicación del método de Evaluación Multicriterio.

El método de Combinación Lineal Ponderada que utiliza el programa Idrisi selva 17x, fue el elegido para la evaluación. Como regla de decisión del estudio y técnicas compensatorias para la investigación.

Elaborados lo mapas de limitantes y factores, ponderados y normalizados, finalmente se llegó a la etapa de la aplicación del proceso de EMC.

Como se mencionó anteriormente, el método de Combinación Lineal Ponderada (WLC), se caracteriza notablemente, porque permite la compensación entre los distintos factores. Así, al tratarse de una sumatoria, aunque la aptitud parcial de un pixel presente valores muy bajos para un factor, su aptitud global puede quedar compensada con otros factores, porque el pixel presenta valores muy altos.

Para desarrollar el modelo fueron ponderados los factores y así se obtuvo los pesos de cada uno (Vease cuadro 43 y fig 104)

Establecidos los pesos de los factores se ejecuto la herramienta GIS analysis decision support *MCE*²⁴ del programa Idrisi donde se indicaron las limitantes y los factores con sus respectivos pesos (Vease fig 105)

Cuadro 43 Ponderacion de los factores para la evaluacion multicriterio, indice de consistencia 0.01

| | Textura del suelo | Prod de acuíferos | Pendiente | Cobertura veg | Drenaje | Accesibilidad | Densidad de pobl |
|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|---------------|---------|---------------|------------------|
| Textura del suelo | | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| Prod de acuíferos | | | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| Pendiente | | | | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Cobertura vegetal | | | | | 15 | 20 | 25 |
| Drenaje | | | | | | 15 | 20 |
| Accesibilidad | | | | | | | 15 |
| Densidad de pobl | | | | | | | |

Fuente: investigador

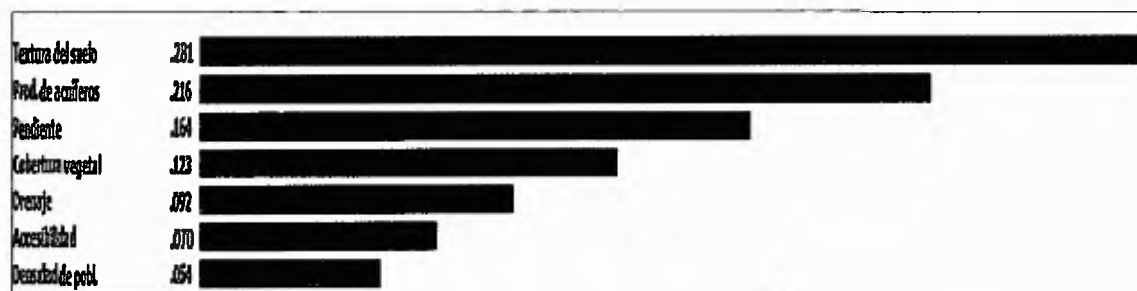


Fig 104 Ponderacion de los factores para la evaluacion multicriterio

²⁴ Es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones para la evaluacion multicriterios. Una decision es una eleccion entre alternativas (tales como acciones alternativas asignacion de tierras etc) Idrisi Selva Help System

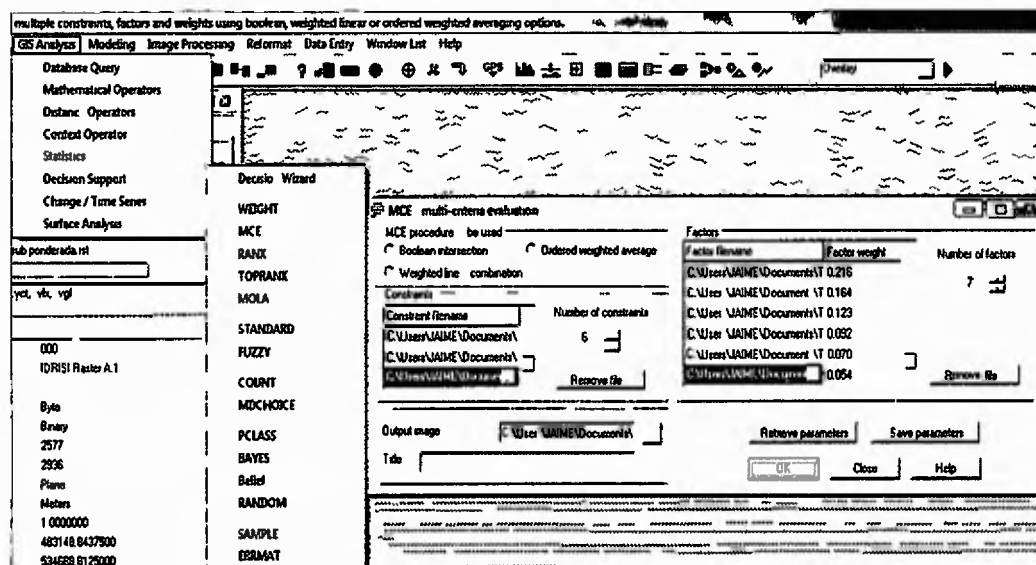


Fig 105 Aplicacion de la herramienta MCE

11.4 Analisis de los datos

Realizado el modelo mediante el comando MCE se obtuvo el mapa de capacidad de acogida preliminar para la actividad planteada (planta de reciclaje y relleno sanitario) en escala lineal de 0 a 255 pixeles

Sin embargo el mapa resultante asento valores de 0 a 236 pixeles osea que no existe un area optima al ciento por ciento por lo que se procedio a verificar los sitios o parcelas para aceptar o rechazar la hipotesis de investigacion planteada por medio del mapa de capacidad y el histograma de valores (Vease fig 106 y 107)

El mapa final de capacidad de acogida se importo y reclasifico a traves del programa Arcgis 10x para que de esta forma se evalue la existencia de sitios con valores mayores a 185 o menores a 185 pixeles (Vease fig 108)

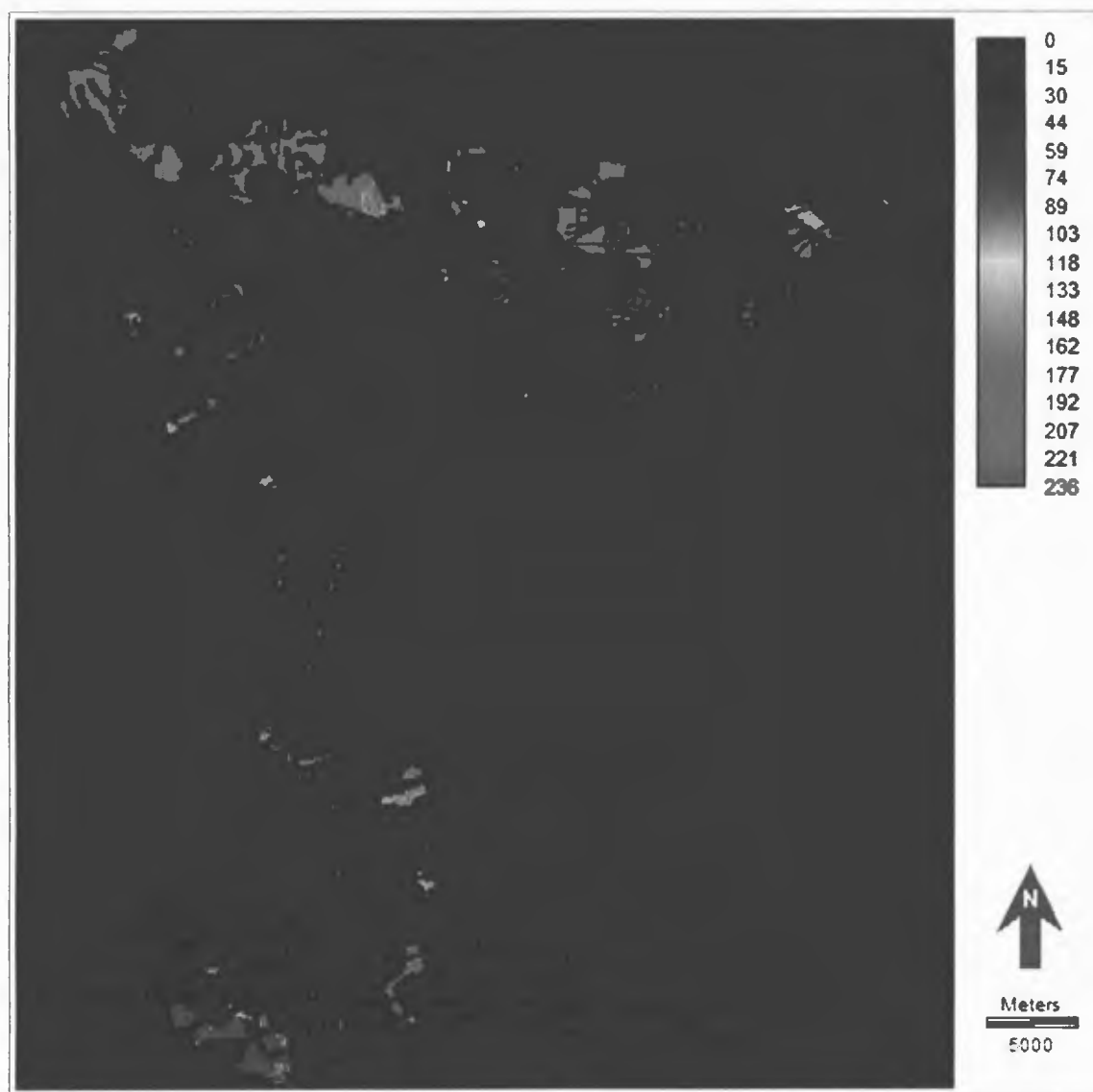


Fig. 106 Mapa de evaluación multicriterio.

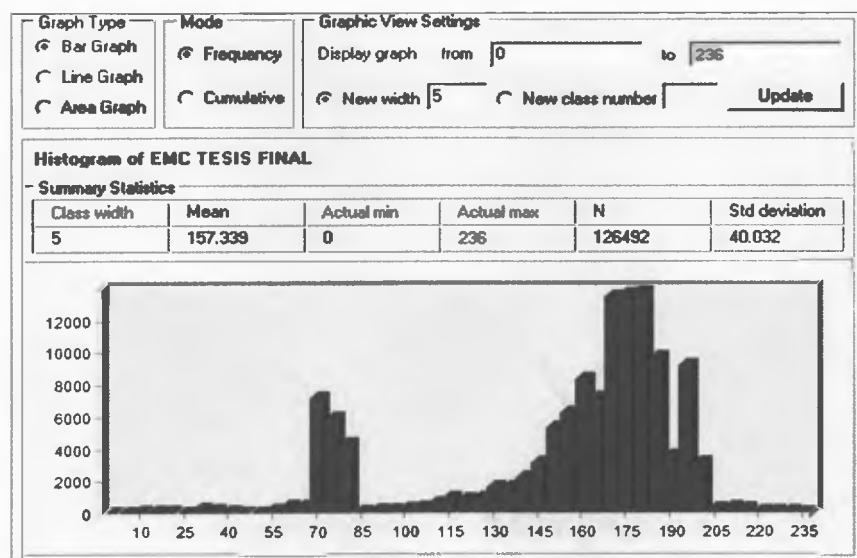


Fig. 107 Histograma de la evaluación multicriterio.

Elaborada la reclasificación mediante la herramienta conversion tools *from raster to polygon*²⁵ el mapa raster fue transformado a vector y se agregaron los valores geoestadísticos planteados (Vease fig 109)

Una vez transformado a vector se le añadieron al mapa los valores de los sitios > a 185 y < a 185 pixeles para la prueba de hipótesis (Vease fig 110)

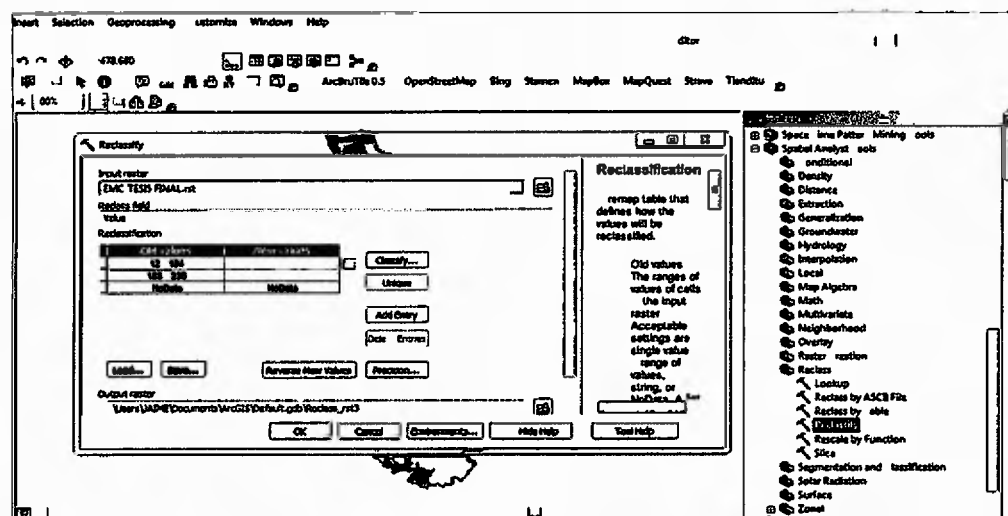


Fig 108 Aplicación de la herramienta reclassify valores geoestadísticos

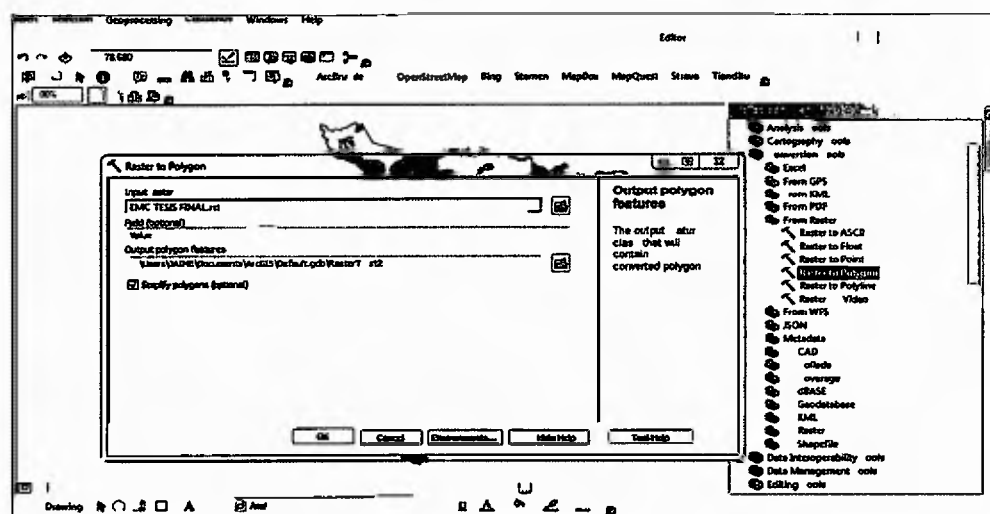


Fig 109 Aplicación de la herramienta raster to polygon

²⁵ Conversion de imagen raster a polígono

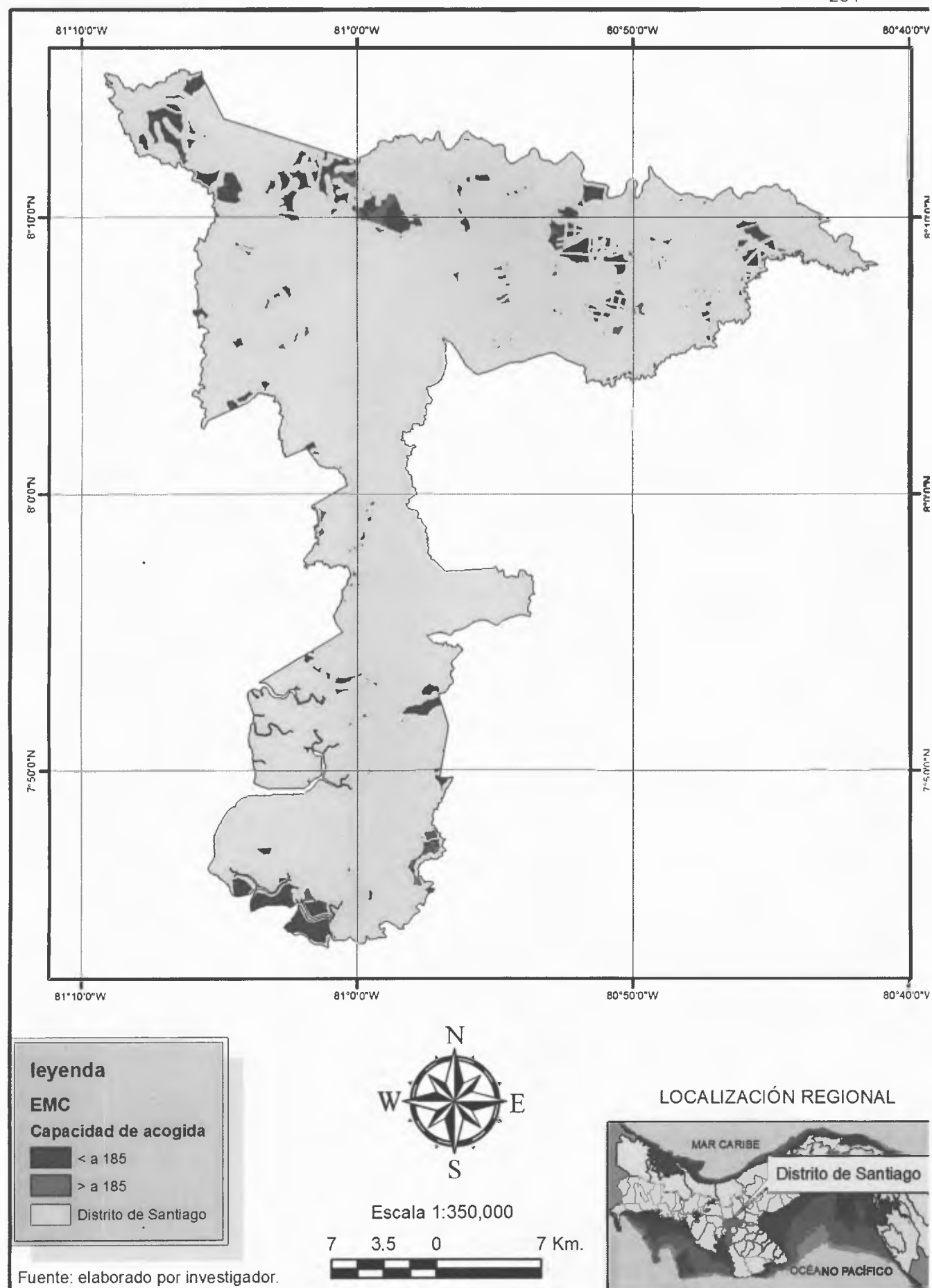


Fig. 110 Mapa de los sitios, según valores geoestadísticos (en píxeles).

Se obtuvieron 3 803 poligonos vectoriales con capacidad de acogida > a 185 pixeles sin embargo hay algunos poligonos con una superficie muy pequeña y teniendo en consideracion que el sitio necesario debe ser mayor o igual a 30 has se seleccionaron solo dichos sitios (Vease cuadro 44)

Cuadro 44 Sitios con valores > a 185 pixeles y superficie mayor a 30 hectareas

| Sitio | Area | |
|---------|----------------|--------|
| | m ² | Has |
| Sitio 1 | 2 062 832 | 206 28 |
| Sitio 2 | 876 816 | 87 68 |
| Sitio 3 | 514 479 | 51 45 |
| Sitio 4 | 402 234 | 40 22 |

Fuente elaborado por investigador

11 5 Comprobacion de la hipotesis

Llevado a cabo la evaluacion multicriterio y el analisis geoestadistico de los datos se adquirieron las evidencias necesarias para llegar a tomar la decision El mapa de capacidad de acogida arrojó 4 sitios con valores mayores a 185 pixeles y una superficie mayor a 30 has por lo tanto se acepta la hipotesis de investigacion y se rechaza la hipotesis nula ya que en base a los criterios utilizados la capacidad de acogida final es > a 185 pixeles concluyendo que en el distrito de Santiago se encuentran sitios que cumplen con los requerimientos minimos para el establecimiento de una planta de reciclaje y relleno sanitario (Vease fig 111)

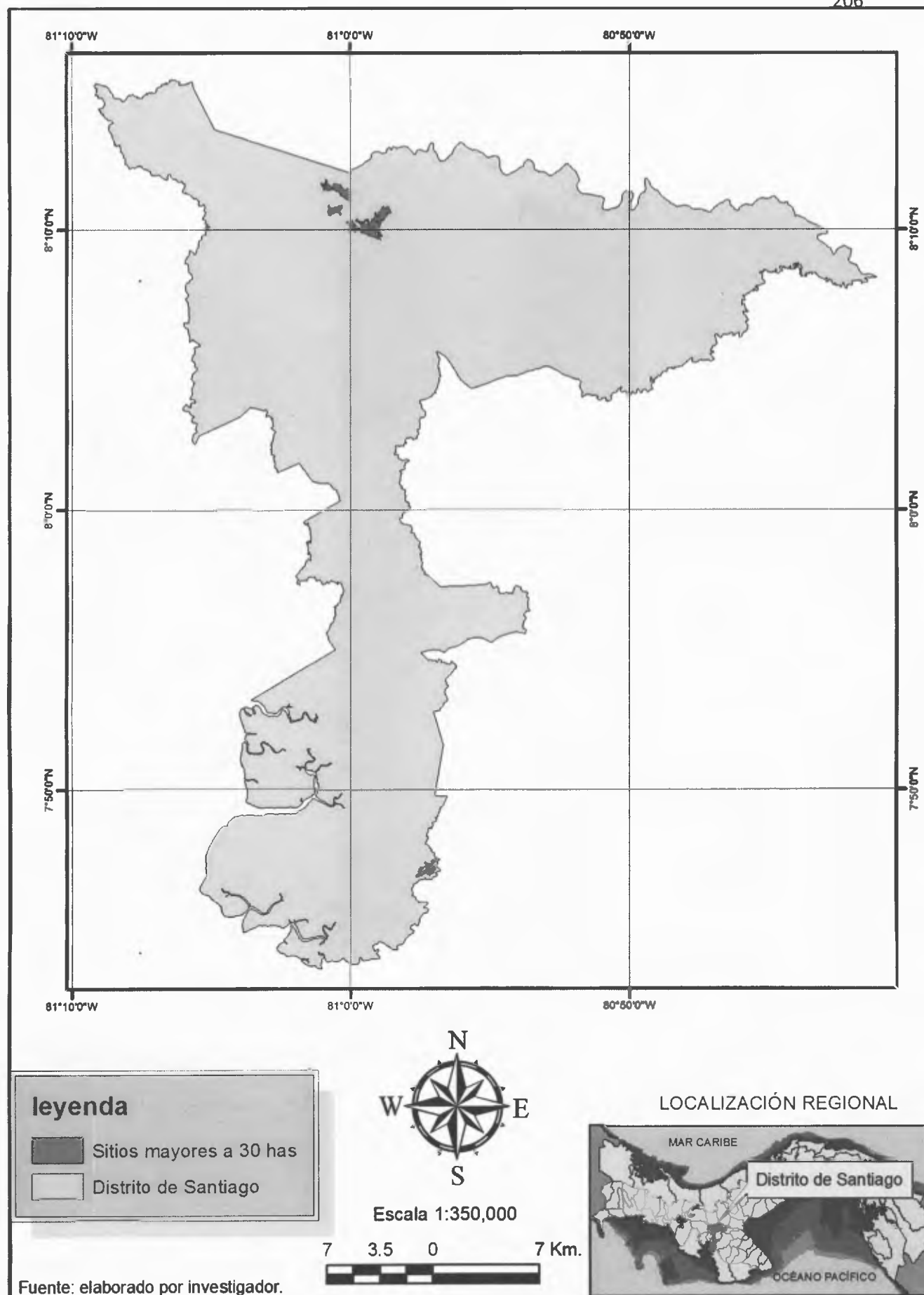


Fig. 111 Mapa de sitios preliminares con valores > a 185 pixeles y superficie > a 30 has.

11 6 Selección del sitio final

Para la selección final se evaluaron los 4 sitios con superficie mayor a 30 has de acuerdo a los criterios de distancia a las vías de acceso la cuenca visual y cuenca de drenaje para determinar el más apto

11 6 1 Distancia vías

Los sitios óptimos deben estar cercanos a las vías de asfalto o tierra de lo contrario serían inaccesibles y se tendría que construir largas carreteras de acceso Se seleccionaron los sitios con distancia menor o igual a 100 m de las vías

Se creó el mapa de área de influencia mediante el comando geoprocesing *buffer* de 100 m se seleccionaron aquellos sitios que cumplieran con dicha distancia

Se vislumbra que solo dos sitios están ubicados cerca de las vías el sitio 1 localizado al norte y el sitio 4 localizado al sur sin embargo el sitio 4 se encuentra a una distancia menor a 1 kilómetro de un poblado que pertenece a la provincia de Herrera por lo cual fue descartado al no cumplir dicho criterio (Véase fig 112)

Solo el sitio 1 cumple con el factor distancia a vías de acceso los demás fueron rechazados

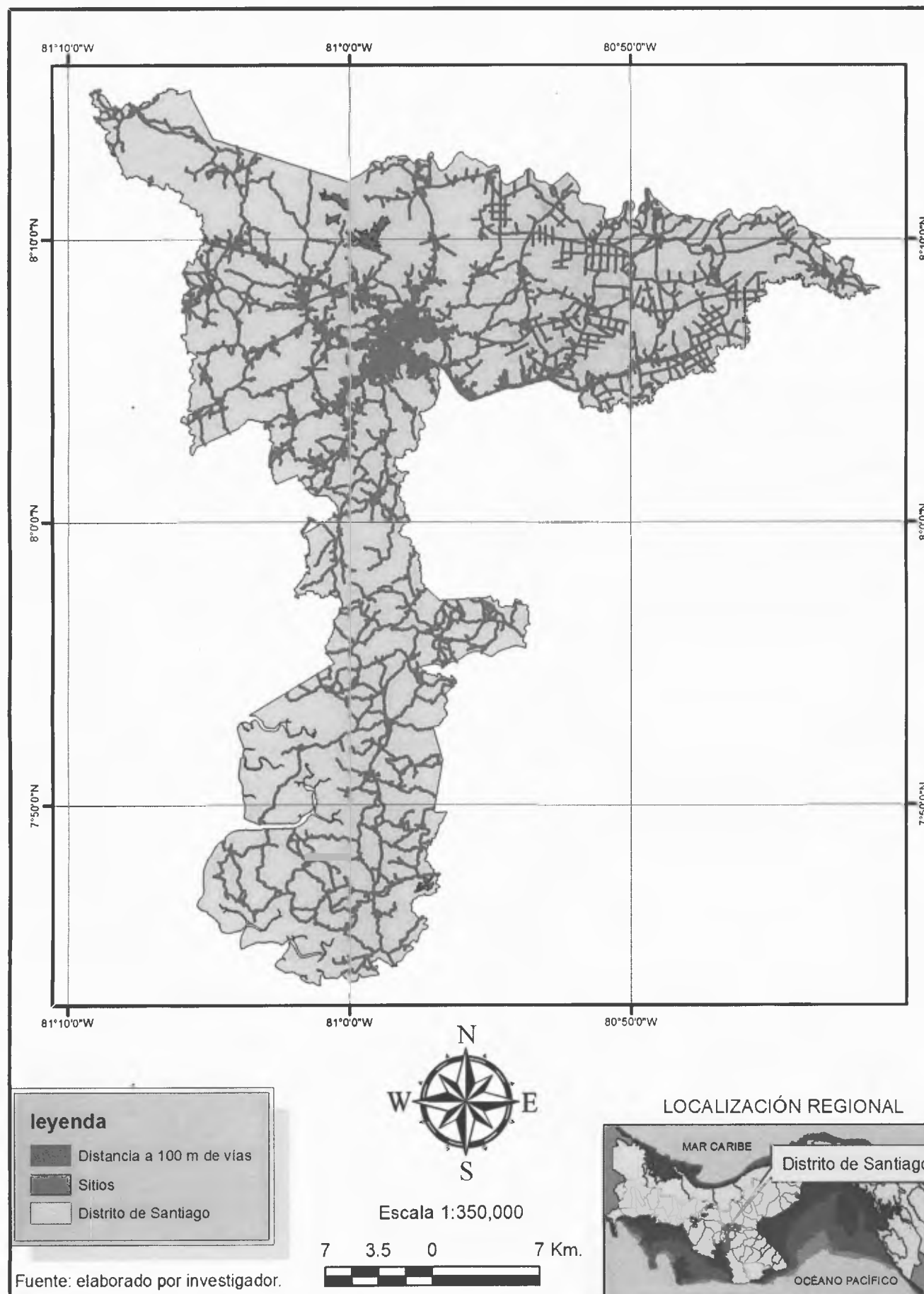


Fig. 112 Mapa de sitios con distancia menor o igual a 100 m de las vías.

11 6 2 Cuenca visual

La cuenca visual permite determinar la superficie del sitio desde una distancia establecida por un observador es importante para la belleza paisajística porque se sugieren lugares que no han sido vistos desde distancias cercanas

Para determinar la superficie de cuenca visual se utilizaron las capas de los sitios poligonales generados en formato raster el mapa raster de superficie o modelo de elevación digital y los puntos de observación

El mapa digital de elevación se elaboró anteriormente por lo que fue necesario establecer los puntos de observación

A continuación se presenta el procedimiento utilizado para la determinación de la cuenca visual

11 6 2 1 Sitio 1

Primero se establecieron los puntos de observación desde los poblados cercanos en un radio proporcional a la distancia los poblados en formato vectorial y el mapa raster de superficie digital de elevación (Vease figura 113)

Posteriormente se ejecutó la herramienta spatial analyst tools surface *viewshed*²⁶ para el cálculo de las áreas visibles y no visibles desde los puntos de observación (Vease figura 114)

Ejecutado el procedimiento se obtuvieron las áreas visibles y no visibles desde los puntos de observación (Vease fig 114)

²⁶ Cuenca visual permite el cálculo de las áreas visibles de cualquier entidad en base a puntos de observación y un modelo digital de elevación

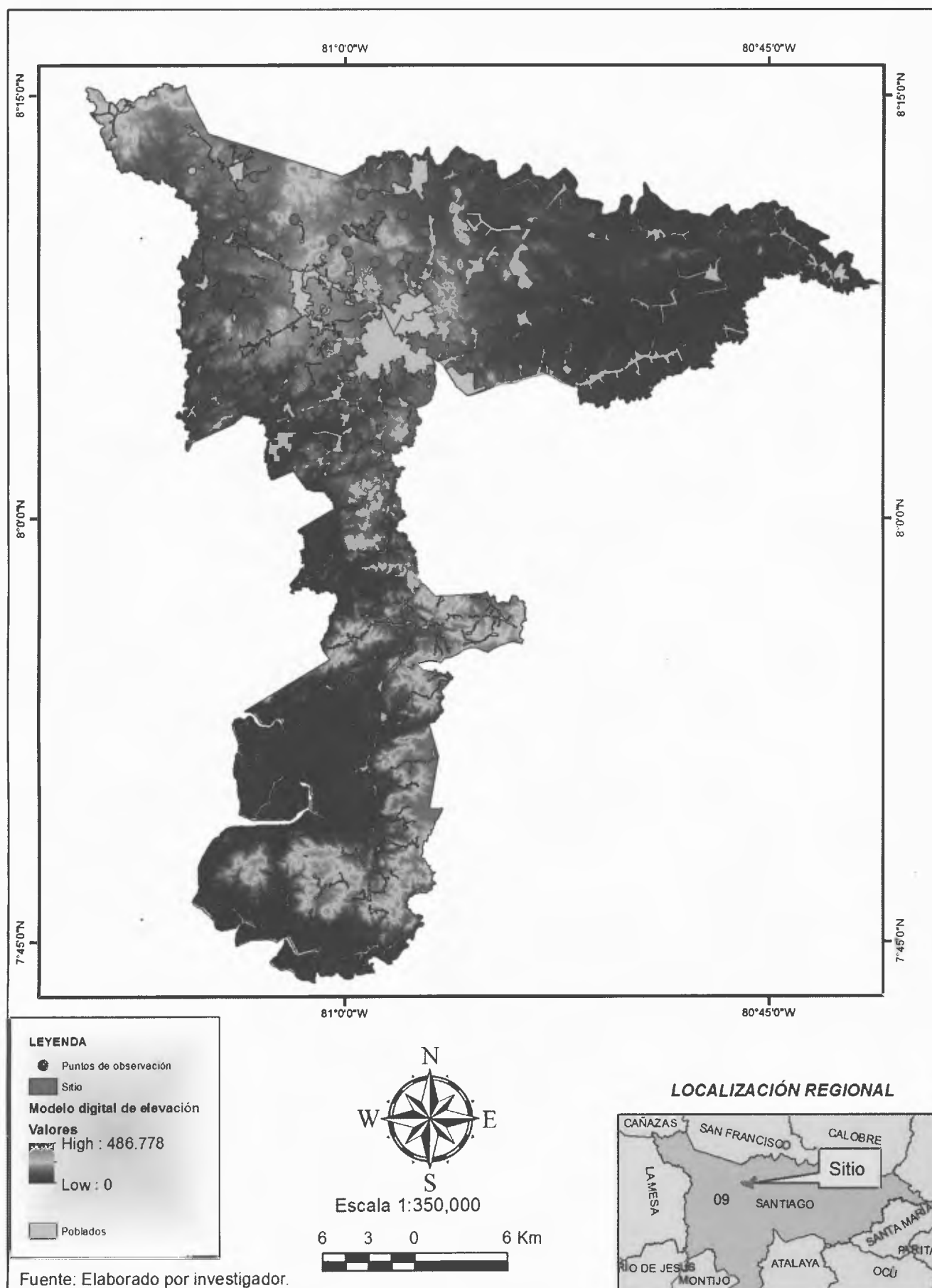


Fig. 113 Mapa de puntos de observación y modelo de elevación digital.

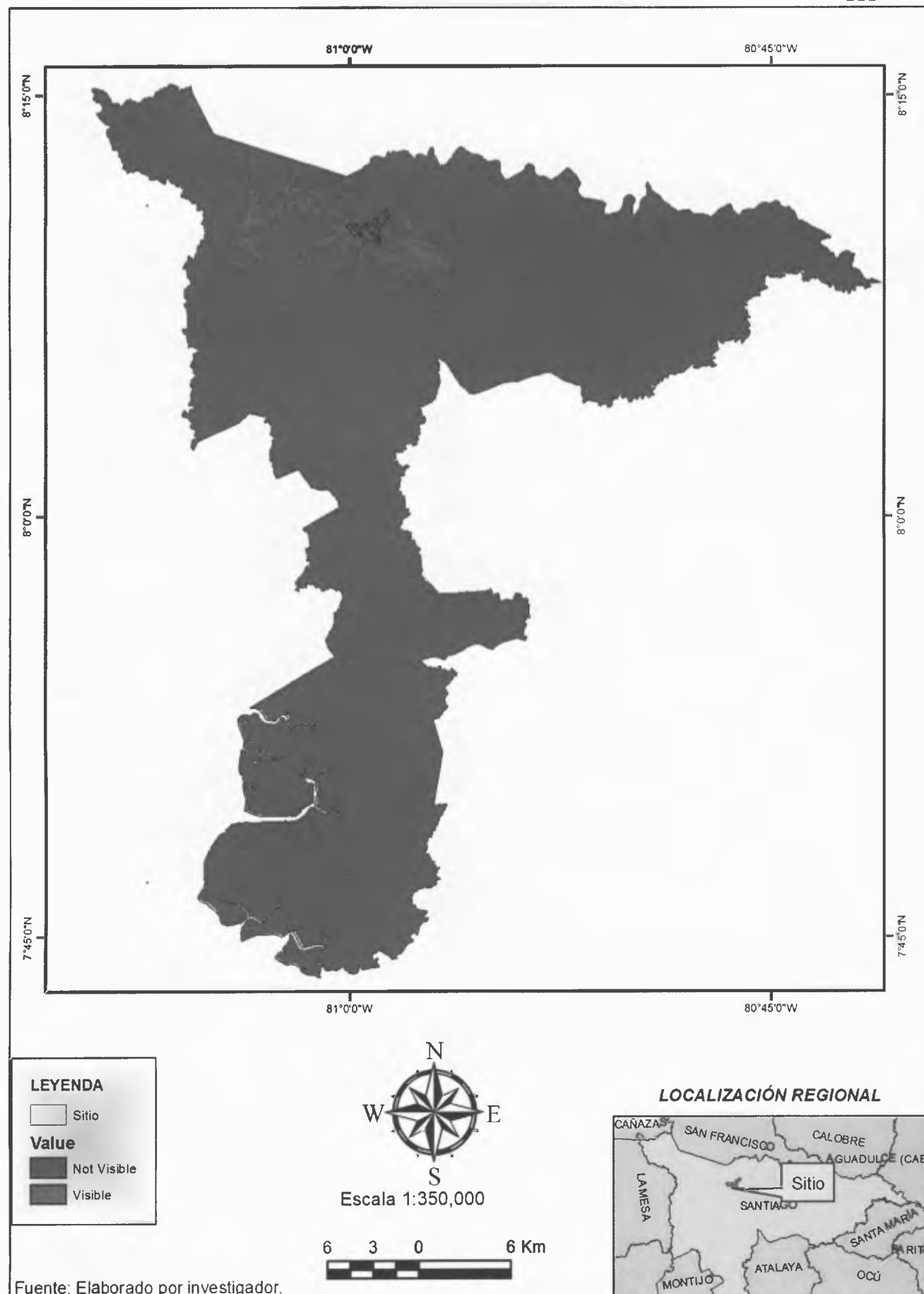


Fig. 114 Mapa de áreas visible y no visibles desde los puntos de observación.

Para calcular el area visible de los sitios se utilizo la herramienta spatial analyst tools extraction *extract by mask*²⁷ para recortar el area del sitio

De esta manera se obtuvieron las areas visibles y no visibles de los sitios en formato raster con una escala de valores de 0 (cero) a 3 (tres) los valores 0 (cero) indican las areas no visibles y los valores 1 (uno) 2 (dos) 3 (tres) las areas visibles (Vease fig 115)

Luego se determinaron las areas visibles y no visibles mediante la tabla de atributos y fue creado un nuevo campo denominado visibilidad

Creado el campo por medio del comando field calculator o calculadora de campo se le coloco a cada valor la visibilidad para obtener el mapa (Vease fig 116)

Posteriormente se convierte a raster el poligono mediante la herramienta conversion tools from raster *raster to polygon*

Convertido en poligono por medio de la tabla de atributos se elaboro un nuevo campo denominado area

Por ultimo se calculo el area en hectareas con la ayuda del comando *calculate geometry*²⁸ o calcular geometria obteniendo las areas visibles y no visibles de los sitios (Vease fig 117)

²⁷ Extracción por mascara permite la extracción de una capa raster de las areas determinadas por una mascara ya sean en formato vectorial o raster

²⁸ Calcula el area longitud y otras propiedades geometricas



Fig. 115 Áreas visibles y no visibles del sitio 1, según valores.

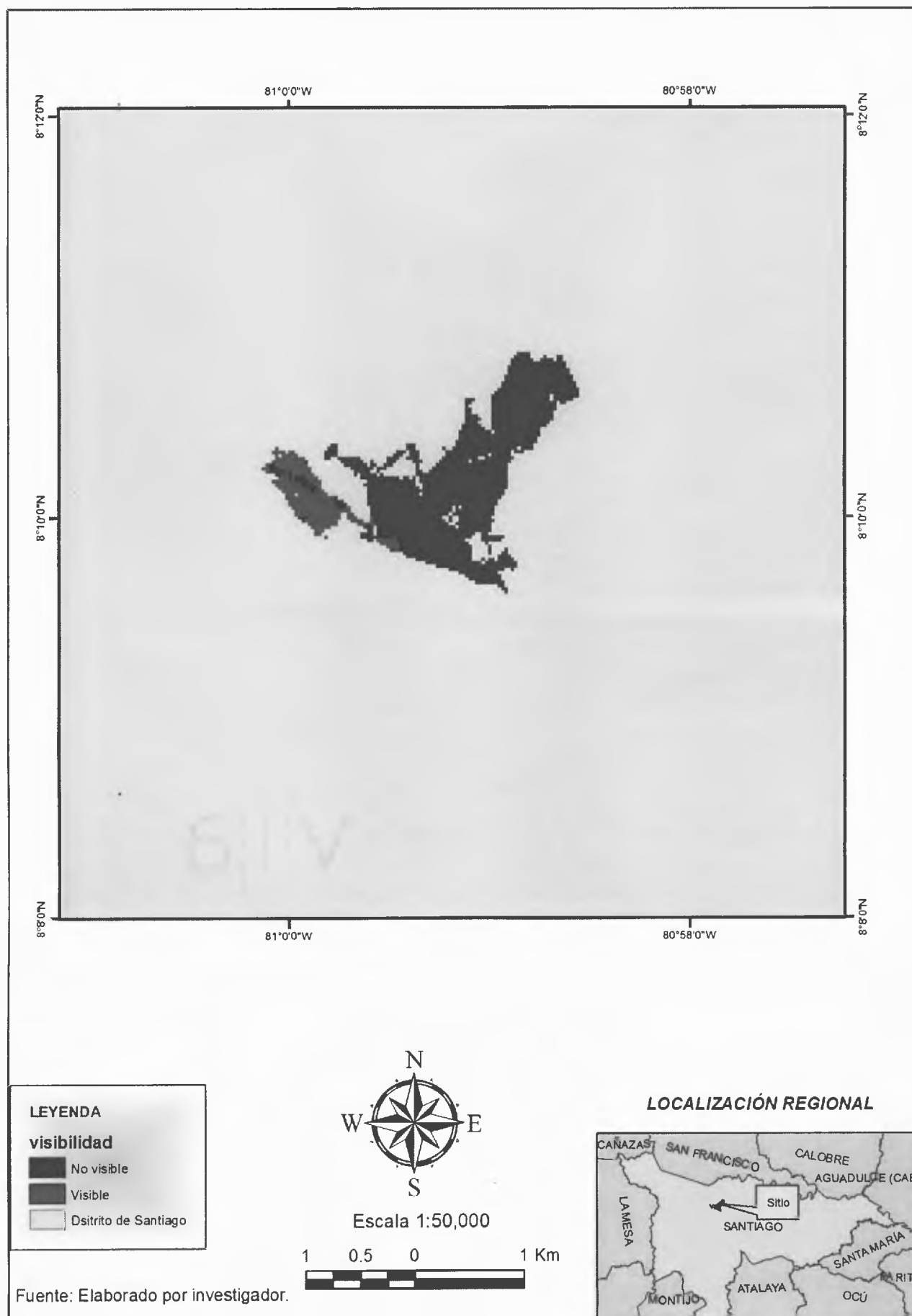


Fig. 116 Áreas visibles y no visibles, sitio I, formato raster.



Fig. 117 Visibilidad del sitio I, formato vectorial sitio.

El sitio tiene un área de 205 hectáreas, el área visible es de 27 hectáreas, ósea, 13.2%, mientras que el área no visible es de 178 hectáreas, lo que corresponde al 86.8% el área del sitio.

11.6.3. Cuenca de drenaje y flujo acumulado.

Para determinar la cuenca de drenaje de los sitios se utilizó la herramienta de spatial analyst y el módulo *hidrology*, tomando como base el modelo de elevación digital utilizado inicialmente. Es importante determinar la dirección del drenaje y su flujo, puesto que se pueden contaminar los cursos de agua existentes y se mitigue en lo minino posibles afectaciones al recurso hídrico.

El primer paso para el cálculo de la cuenca de drenaje se ejecutó el comando *fill (llenar)*, que permitió rellenar los sumideros e imperfecciones de superficie. (Véase fig. 118)



Fig. 118 Mapa de modelo de elevación digital fill.

Seguidamente se procedio a la creacion de la direccion de flujo con la ayuda de la herramienta *flow direction (direccion de flujo)* tomando como referencia el modelo digital realizado (fill) (Vease fig 119)

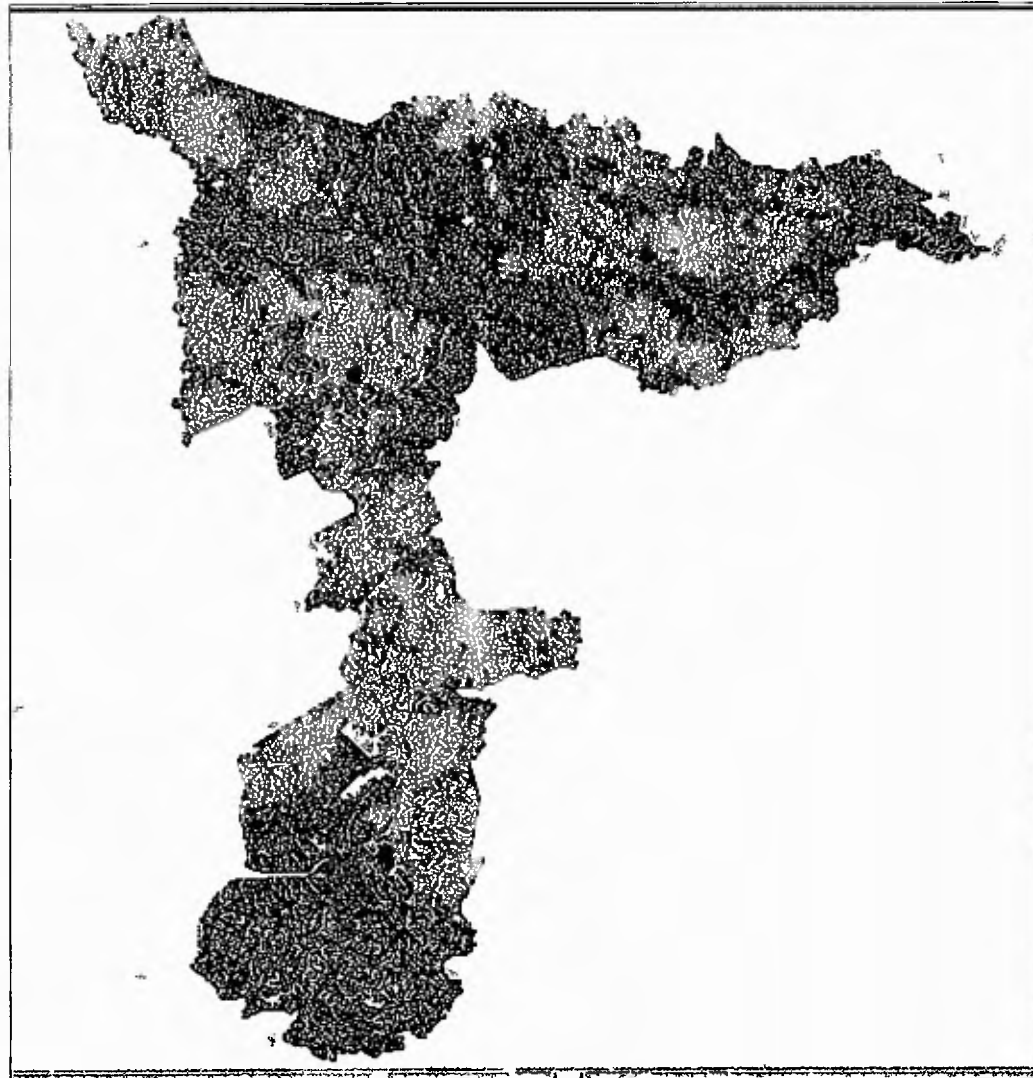


Fig 119 Mapa de flow direction

Luego en base a la direccion de flujo fue calculada la acumulacion de flujo a traves de la herramienta *flow accumulation (acumulacion de flujo)*

En este proceso se obtuvo los flujos de drenaje acumulados necesarios para el analisis del drenaje de los sitios (Vease fig 120)



Fig 120 Mapa de flow accumulation

Pudo observarse que las direcciones de flujo acumulado calculadas eran las de mayor longitud por ende se necesito obtener las de menor longitud

Para ello se utilizo la herramienta spatial analyst tools map algebra (algebra

de mapas) *raster calculator*²⁹ y el flow accumulation. Así fueron establecidos los flujos acumulados mayores a 100 metros (Vease fig 121)

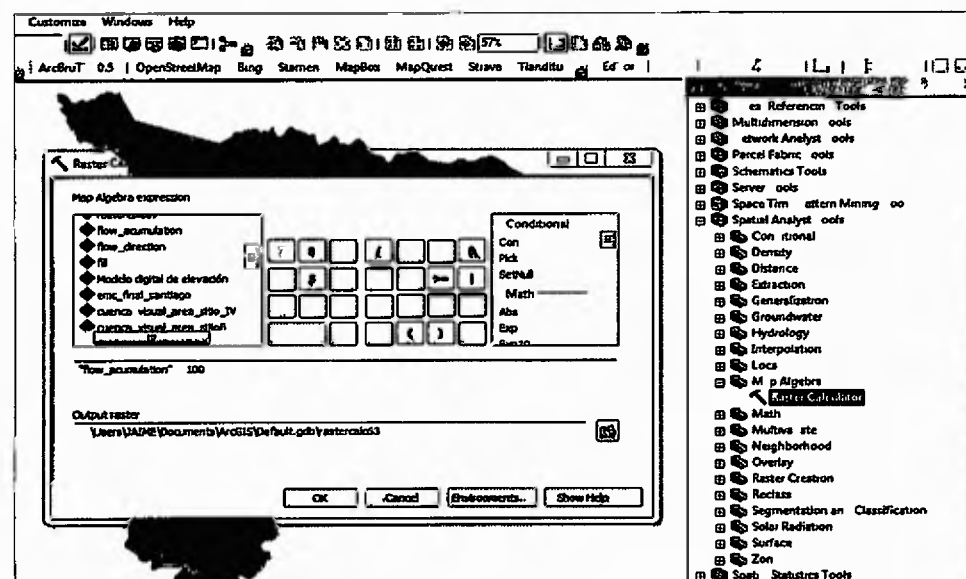


Fig 121 Utilizacion de la herramienta raster calculator

Aplicada la herramienta se generaron los flujos acumulados mayores a 100 metros los cuales fueron utilizados para el analisis de los sitios (Vease fig 122)

²⁹ Permite crear y ejecutar expresiones de algebra de mapas en una herramienta

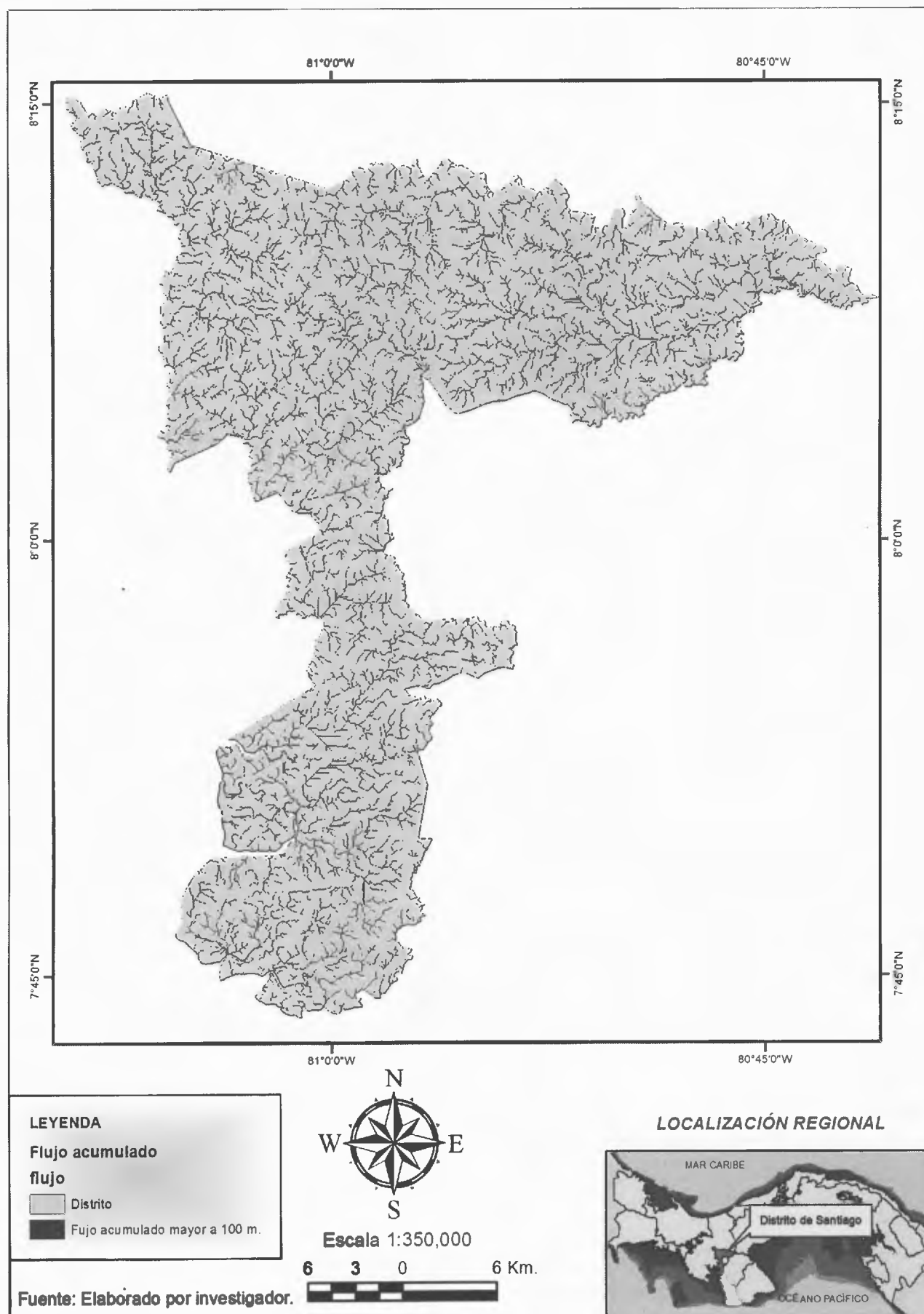


Fig. 122 Mapa de flujo acumulado mayor a 100 m, distrito de Santiago.

Luego se generaron las micro cuencas mediante la herramienta *basin (cuenca)* en base a la direccion de flujo

De esta forma se establecieron las micro cuencas del distrito de Santiago (Vease fig 123)

Las micro cuencas fueron convertidas a poligono con la ayuda de la herramienta *conversion tools from raster raster to polygon* para posteriormente calcular el area de cada una

Ejecutado el proceso de conversion se obtuvo las micro cuencas de drenaje en formato vectorial (Vease fig 124)

Despues se analizaron todos los sitios en base a las micro cuencas de drenaje y el flujo acumulado

11 6 3 1Sitio 1

Localizado dentro de dos micro cuencas mas de la mitad en la tercera micro cuenca de mayor tamaño con 5 262 hectareas situada al este donde los flujos drenan a la quebrada El Chiflon al norte y La Palma al sur

Al oeste se ubica la otra micro cuenca la treceava de mayor area con 2 116 hectareas las aguas desaguan hacia la quebrada La Soledad (Vease fig 125)

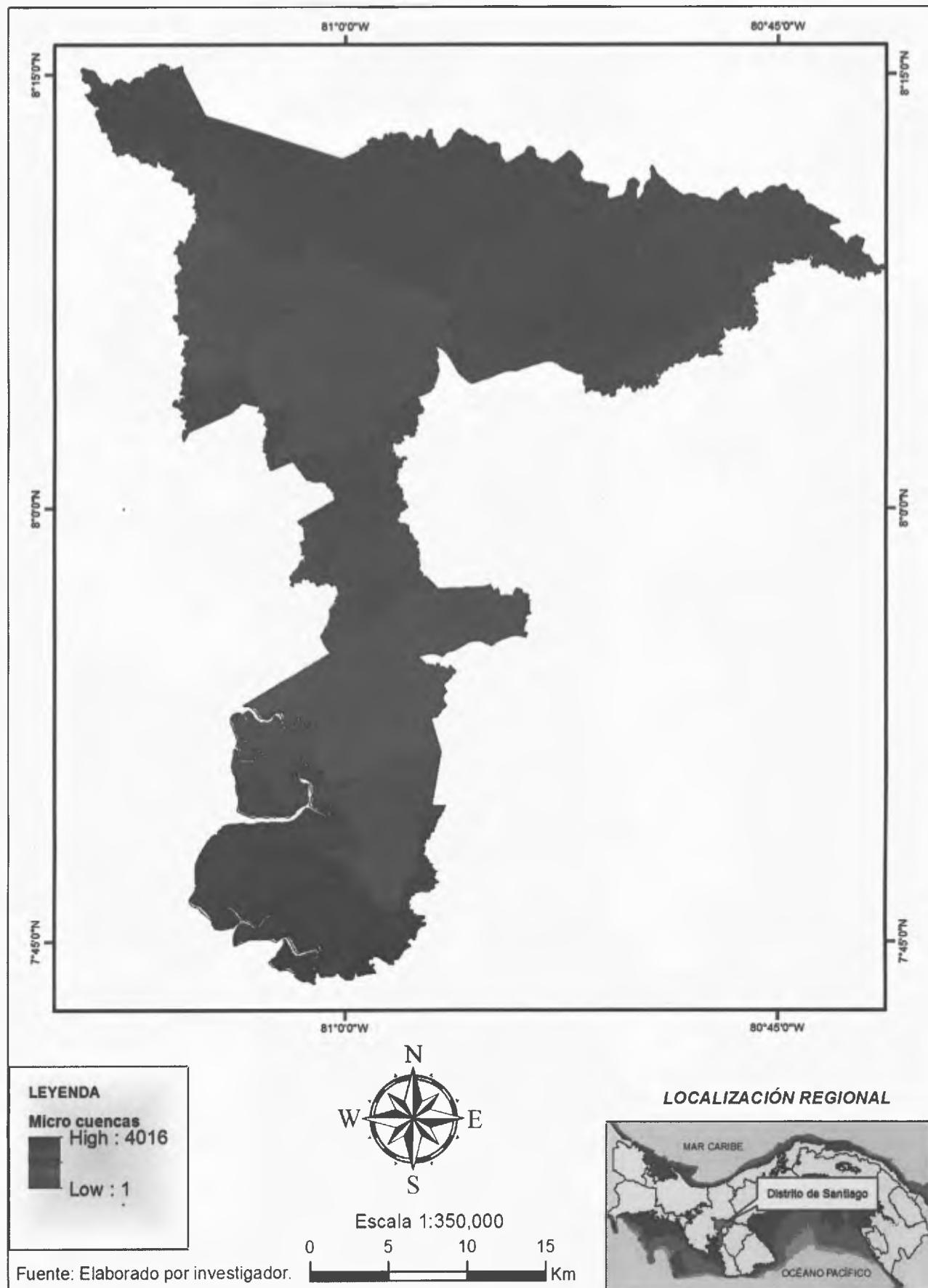


Fig. 123 Mapa de micro-cuencas, formato raster.

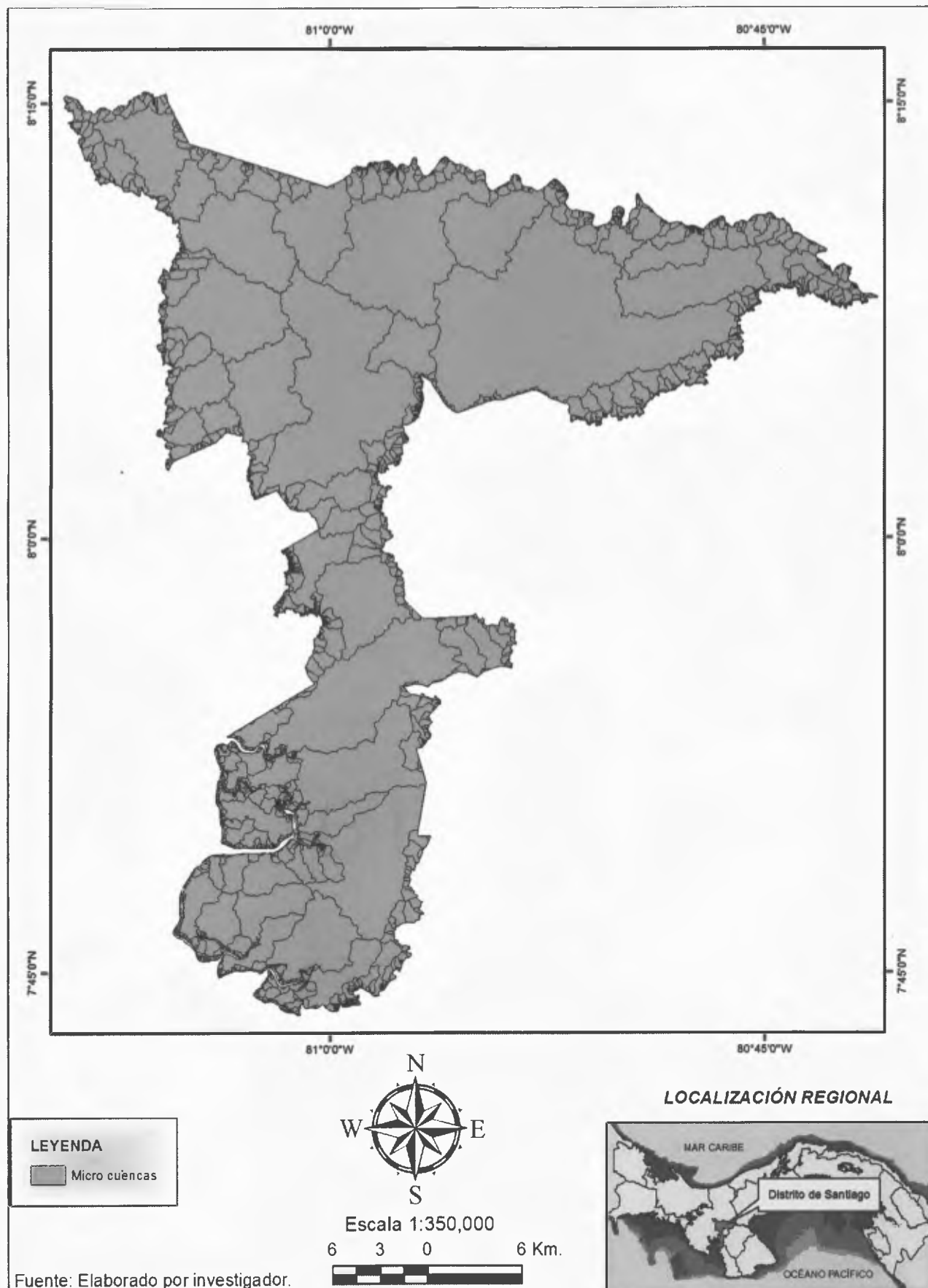


Fig. 124 Mapa de micro-cuencas, formato vectorial.

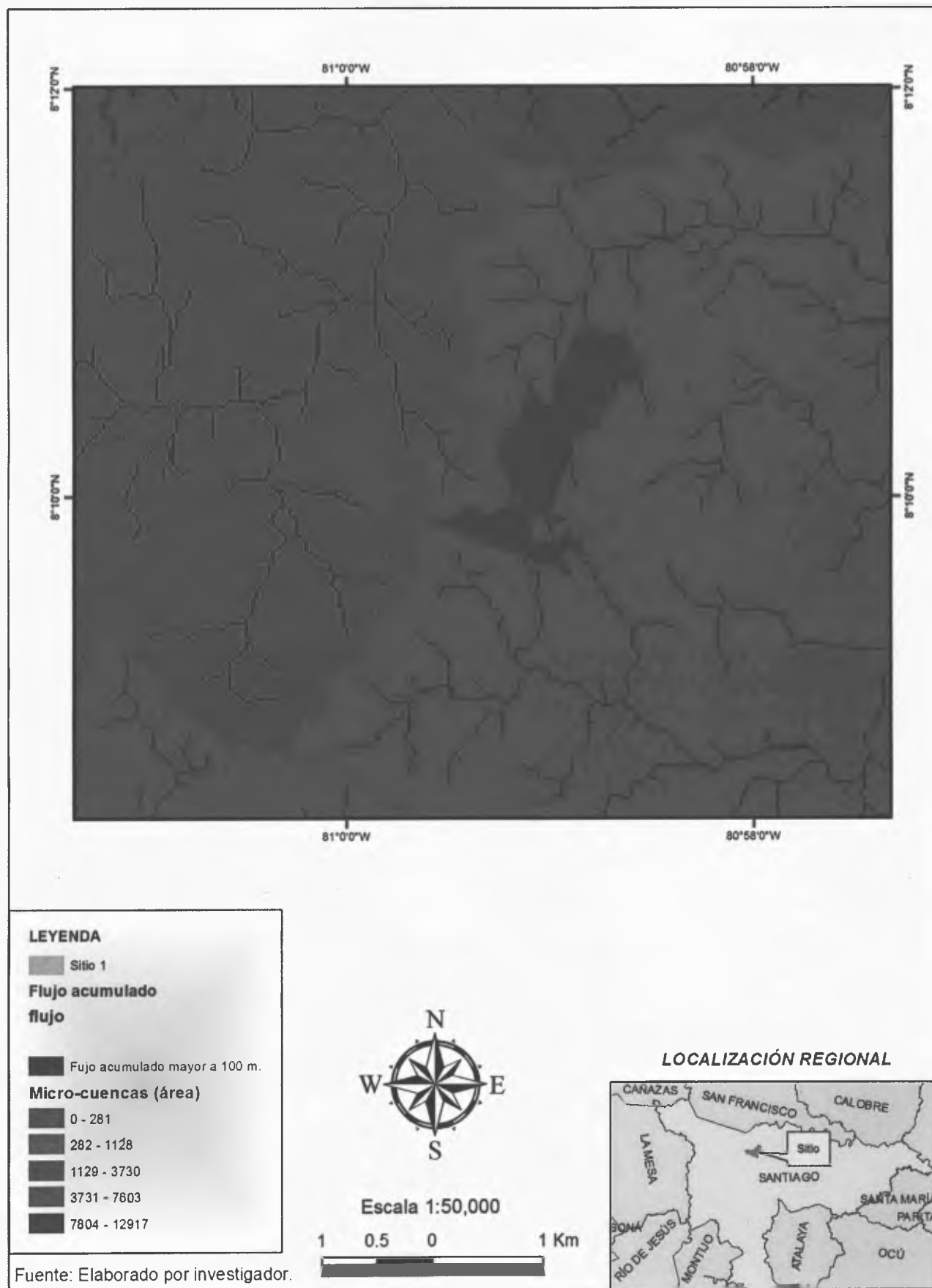


Fig. 125 Mapa de micro-cuencas y flujo acumulado, sitio 1.

11 7 Trabajo de campo

Con el objetivo de complementar algunos criterios realizados en la evaluacion multicriterio y comprobar su veracidad se realizo una visita a los sitios para establecer las principales características de los sitios

Mediante la observacion se determino la relacion existente entre los mapas de capacidad de acogida y los datos reales del area geografica del sitio

11 8 Evaluacion de los sitios preliminares

Elaborados los subcriterios el analisis y el trabajo de campo se realizo la evaluacion del sitio que cumplieron con los criterios propuestos en la investigacion Para ello se establecio una escala de adecuacion de 1 a 10 (Vease cuadro 45)

Cuadro 45 Evaluacion de los sitios preliminares

| Criterios | Puntuacion | Resultados EMC y trabajo de campo | Escala de evaluaciones | | | |
|-------------------------------------|---------------|---|---|--|--|--|
| | | | 10 | 7 | 4 | 1 |
| Superficie | 10 | Posee la superficie mayor a 30 has | Mayor o igual a 30 has | De 25 a 30 has | De 20 a 25 has | Menor de 20 has |
| Distancia a vias | 10 | A distancia menor o igual a 100 m | Menor o igual a 100 m | De 100 a 150 m | De 150 a 200 m | Mayor a 200 m |
| Porcentaje de cuenca visual | 10 | El porcentaje de cuenca visual fue de 12 0% | 0 a 15% | 15 a 30% | 30 a 45% | Mayor a 45% |
| Cuenca de drenaje y flujo acumulado | 7 | Flujo de drenaje acumulado a cuatro quebradas | Flujo de drenaje acumulado menor a 2 cursos de agua | Flujo de drenaje acumulado de 2 a 4 cursos de agua | Flujo de drenaje acumulado de 5 a 6 cursos de agua | Flujo de drenaje acumulado mayor de 6 cursos de agua |
| Media de eficiencia | 9 2/10 | | | | | |

Fuente elaborado por investigador

CAPITULO V PRESENTACION DE LOS RESULTADOS Y DISCUSION

1 Resultados de la investigacion

Ejecutado el proceso de evaluacion multicriterio el trabajo de campo y la evaluacion se obtuvo el sitio final que presenta las siguientes características

1.1 Sitio 1

El analisis geoestadístico de la evaluacion multicriterio posee valores de capacidad de acogida > 185 pixeles y la media de eficiencia de evaluacion final fue de $9\frac{2}{10}$ (Vease fig 126)

Presenta una superficie de 205 has localizado al norte del poblado de La Soledad la distancia al centro de la ciudad de Santiago es de aproximadamente 7.6 kilometros El poblado mas cercano esta a 1.2 kilometros del sitio y el aeropuerto a 9.3 kilometros En la visita al sitio se evidencio una accesibilidad de media a regular porque se debe atravesar una quebrada requiriendo la creacion de un puente de concreto (Vease fig 127 128 129 y 130)

La direccion predominante del viento norte a noroeste la vegetacion preponderante se compone de pasturas y rastrojos pertenecientes a una finca privada y la textura del suelo es arcillosa

La pendiente oscila de 0.05 a 4.8 grados existen diversas colinas bajas que pueden ser aprovechadas para obtener material de cobertura con el requerimiento de la adecuacion del terreno Se observo que un costado del sitio atraviesa la linea de transmision electrica sin embargo pese a esto posee la distancia y superficie suficiente para la actividad propuesta (Vease fig 131)

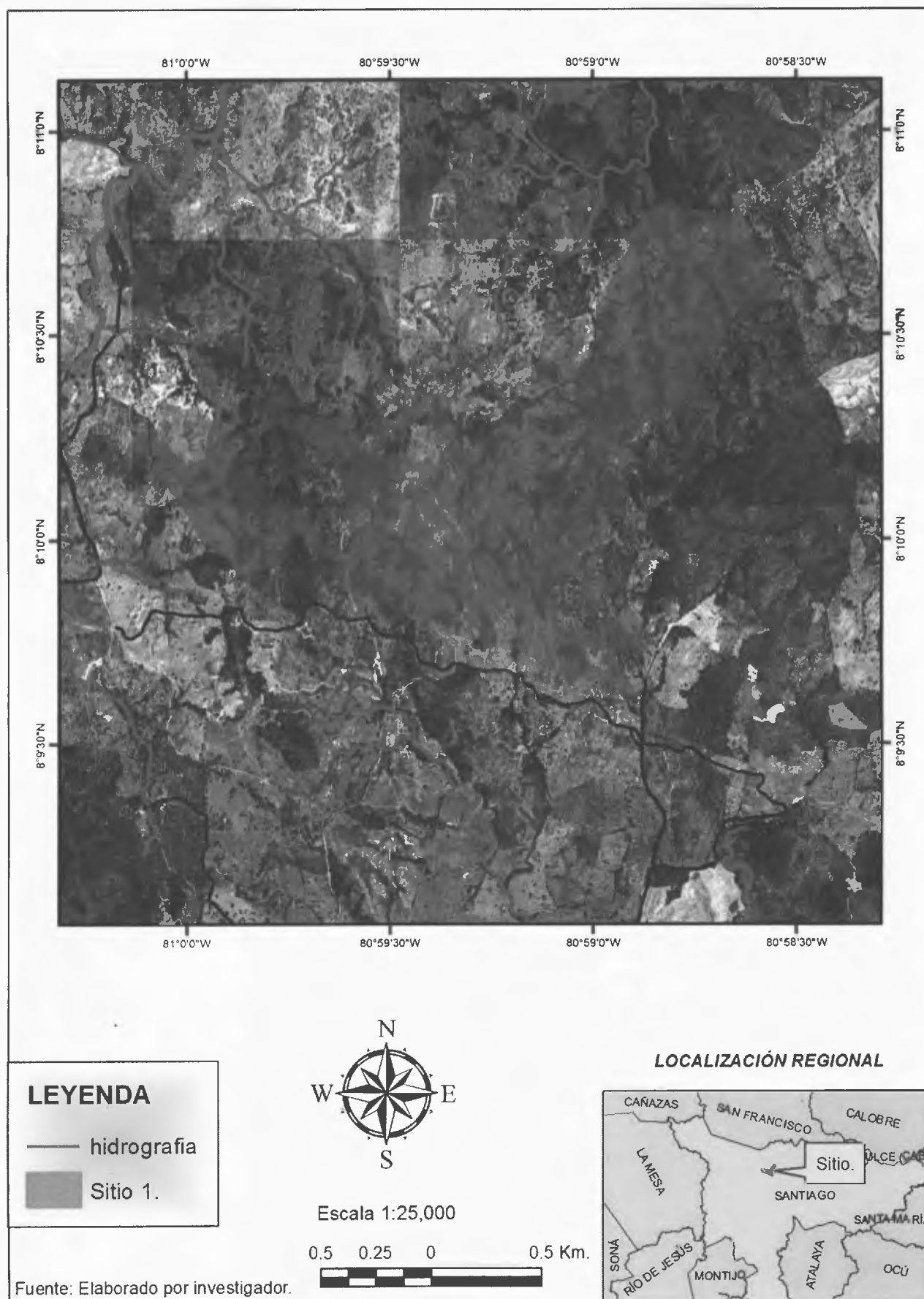




Fig. 127 Vista de la vegetación sitio 1.



Fig. 128 Vista de vía de tierra, sitio 1.



Fig. 129 Vista de quebrada en paso de vía.



Fig. 130 Vista del relieve, sitio 1



Fig. 131 Vista de la línea de transmisión eléctrica.

2. Discusión de los resultados.

Los resultados de la investigación indican que se lograron los objetivos propuestos, puesto que una vez examinados los criterios y ponderado mediante la aplicación del proceso de evaluación multicriterio, se pudo ubicar un sitio con capacidad de acogida óptima en el distrito de Santiago.

Existen las evidencias para aprobar la hipótesis de investigación y rechazar la hipótesis nula, ya que el sitio resultante tuvo el valor $> a$ 185 píxeles, permitiendo afirmar también, la pregunta de investigación, revelando que en el distrito de Santiago existe un sitio que cumple con los requerimientos mínimos para el establecimiento de una planta de reciclaje y relleno sanitario.

Los resultados reflejan la ausencia de sitios optimos puesto que los valores en pixeles establecidos en la hipotesis de investigacion evidenciaron que solo un sitio cumpla con dicha valoracion se debe a las consecuencia de ciertos criterios presentes en del distrito de Santiago que influyeron negativamente en los resultados dentro de ellos la distribucion de los lugares poblados es practicamente toda el area de estudio haciendo dificil encontrar espacios deshabitados que no perjudicaran en la poblacion cercana

Otros aspectos fueron la existencia de un rico sistema hidrico que compone las fuentes de agua del distrito y la necesidad de conservar y proteger los margenes de dichos cursos de un posible foco de contaminacion las vias que por lo general son escasas y de tierra debido a que ninguna zona es idonea esta cerca de poblados o carreteras asfaltada sino en areas apartadas

En cuanto a la topografia por lo general las areas de pendiente baja se encuentran habitadas o utilizadas para la produccion agropecuaria quedando a disposicion territorios con pendiente de moderada a alta que influye en el drenaje de los suelos el metodo de adecuacion y construccion del relleno sanitario Ademàs otros factores requieren de un estudio mas minucioso como la existencia de los acuíferos y la distancia de las capas freaticas para determinar un posible grado de vulnerabilidad

Sin embargo los resultados muestran algunas fortalezas en el modelo de evaluacion porque el mapa de capacidad de acogida final guarda una alta compatibilidad con la realidad geografica encontrada en el sitio

Quedan por realizar otros estudios concernientes a los estratos del suelo y la profundidad de los acuíferos por medio de métodos geoelectrónicos como sondeos eléctricos verticales (SEV) o tomografías eléctricas ya que debido a la falta de información y recursos económicos fue imposible realizar con el fin de complementar la investigación desarrollada en aras de realizar un estudio técnico y financiero que permita determinar la factibilidad para un proyecto de construcción de una planta de reciclaje y relleno sanitario

CONCLUSIONES

- ❖ El distrito de Santiago, a través de los años ha tenido un importante desarrollo comercial, urbanístico e industrial, que seguirá incrementándose, al igual que la generación de residuos sólidos. El crecimiento de desechos no ha ido de la mano con un sistema eficiente de recolección, disposición y tratamiento; lo que ha provocado una crisis sanitaria.
- ❖ El vertedero municipal ha colapsado, porque no posee las medidas de calidad ambiental, lo que ha provocado la presencia de vectores que ponen en riesgo a la población cercana.
- ❖ El cierre del vertedero municipal, se ha debido a una población decepcionada de promesas incumplidas que ha puesto en peligro la salud de miles de santiagueños.
- ❖ La gestión gubernamental y privada (municipio y empresa privada) ha mostrado indiferencia ante el gran problema de recolección y tratamiento de los desechos.
- ❖ El servicio ofrecido por parte de las empresas recolectoras (pasadas y actuales) ha sido de malo a regular, debido a dificultades administrativas, falta de personal y pocos camiones recolectores y maquinaria.
- ❖ La basura muchas veces no se ha recolectado, porque la población se encuentra en morosidad, razón que impide que la empresa se pueda sostener económicamente.
- ❖ Se hace preponderar que se haga docencia sobre el proceso de reciclaje en las escuelas, instituciones, industrias, comercios y sobre todo en los hogares.
- ❖ Una planta de reciclaje aminorará la cantidad de residuos a disponer en el relleno sanitario, también creará fuente de trabajo para los ciudadanos.

Una planta de reciclaje permitira obtener ingresos por la venta en el mercado nacional de los productos como el papel carton plastico tetra pack etc
Tambien se podra hacer compost con los desechos de jardineria vegetales y otros

- Nuestro pais cuenta con un marco legal que indica los criterios tecnicos necesarios la construccion de rellenos sanitarios pero no se especificaban algunos aspectos como la distancia a corrientes superficiales vias fallas y fracturas

Las instituciones gubernamentales muestran poca cooperacion con respecto a la informacion sobre estudios geograficos

- Panama no cuenta con una plataforma de mapas con capas tematicas actualizadas que puedan emplearse como referencia para profesores estudiantes o publico interesado en efectuar investigaciones en el campo geografico

- El distrito de Santiago presenta pocos sitios aptos para establecer un relleno sanitario y planta de reciclaje

Las limitantes de distancia a poblados y a vias reduce en gran medida las areas que se pueden utilizar para la creacion de un relleno sanitario

- El objetivo de la implementacion de una planta de reciclaje y relleno sanitario es que haya compatibilidad con las caracteristicas geograficas presentes en el distrito de Santiago

RECOMENDACIONES

- ♦ A las instituciones como el Ministerio de Salud y Mi Ambiente Realizar una supervision adecuada del vertedero actual en el poblado de El Espino
Encontrar un sitio idoneo para la construccion de una planta de reciclaje donde el proceso de recoleccion separacion embalaje y venta de los desechos sea efectivo
- ♦ El Municipio de Santiago debe minimizar los problemas ambientales y de salud a los habitantes del distrito a traves de la construccion atinada de un relleno sanitario
- ♦ La empresa privada debe velar para que el servicio de recoleccion de desechos sea regular y asi evitar descontento en la poblacion
- ♦ Los usuarios del servicio de recoleccion deben hacer el pago oportuno de la taifa de aseo
- ♦ Que las instituciones Empresa de Transmision Electrica Ministerio de Agricultura brinden datos e informacion a estudiantes y profesores que desean realizar estudios en materia geografica sin tanta burocracia
Se requiere que el Ministerio de Salud Ministerio de Ambiente y el Municipio elaboren el Plan de Gestion Integral de los Residuos Peligrosos y para que se lleve a cabo un correcto manejo tratamiento y disposicion de estos desechos
Urge que la Contraloria General de la Republica de Panama realice el proceso de actualizacion de la hidrografia del distrito de Santiago puesto que algunas quebradas no estan identificadas en los mapas actuales provocando que los estudios no esten acorde a la realidad geografica y sean inexactos

Que se utilicen los Sistemas de informacion geografia (SIG) y la metodologia de Evaluacion multicriterio (EMC) como herramienta para la ordenacion del territorio y la localizacion de actividades humanas por parte de los encargados de la planificacion y gestion territorial (a nivel local o regional)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 ANAN (2000) Mapa de Cobertura Boscosa Ministerio de Ambiente
Recuperado de [https //www mapaserver anan gob pa](https://www.mapaserver.anan.gob.pa)
- 2 ANAN (2010) Mapa de Zonas de vida Ministerio de Ambiente Recuperado de
[https //www mapaserver anan gob pa](https://www.mapaserver.anan.gob.pa)
- 3 ANAN (2010) Mapa de Zonas de geomorfologia Ministerio de Ambiente
Recuperado de [https //www mapaserver anan gob pa](https://www.mapaserver.anan.gob.pa)
- 4 Arias F (1999) *El Proyecto de investigacion guia para su elaboracion* (3a ed)
Caracas Venezuela Editorial Episteme
- 5 Becerra M J Gutierrez G O L Paz M F (2011) *Percepcion del Impacto del
Vertedero Final de Basuras en la Salud y en el Ambiente Fisico y Social en Cali*
Revista de salud publica volumen 11 (4) 549 558 Recuperado de
[http //www scielosp org/pdf/rsap/v11n4/v11n4a06 pdf](http://www.scielosp.org/pdf/rsap/v11n4/v11n4a06.pdf)
- 6 Bernal C (2010) *Metodologia de la investigacion administracion economia
humanidades y ciencias sociales* Recuperado de
[https //docs google com/file/d/0B7qpQvDV3vxvUFpFdUh1eEFCSU0/edit?pli1](https://docs.google.com/file/d/0B7qpQvDV3vxvUFpFdUh1eEFCSU0/edit?pli1)
- 7 Bosque S J y Franco M S (1995) *Modelos de localizacion–asignacion y
evaluacion multicriterio para la localizacion de instalaciones no deseables* Serie
geografica n ° 5 pp 97 114
- 8 Bosques S J Delgado G M Rodriguez E V Diaz M M Rodriguez D A y
Vela G A (1999) Localizacion de centros de tratamiento de residuos una
propuesta metodologica basada en un SIG Serie anales de Geografía de la UCM
n° 19 pp 295 323

- 9 Bosques S J y Rosa G C (2000) *El uso de los sistemas de informacion geografica en la planificacion territorial* Serie anales de Geografia de la Universidad complutense n° 20 pp 49 67
- 10 Briones G (1996) *Metodologia de la investigacion cuantitativa en las ciencias sociales* Recuperado de [http //contrasentido net/wp content/uploads/2007/08/modulo3 pdf](http://contrasentido.net/wp-content/uploads/2007/08/modulo3.pdf)
- 11 Cano M Tomas R Delgado J Cañaveras J C Estevez A Pina J A Piña (2004) *Aplicacion del SMR para la evaluacion de estabilidad de taludes rocosos mediante Sistemas de Informacion Geografica* En Universidad de Murcia departamento de Geografia Territorio y Medio Ambiente Metodos Cuantitativos y Tecnicas de Informacion Geografica
- 12 Calle C M (2016) *Valores Propios y Vectores Propios (Eigenvalores y Eigenvectores)* [version electronica] Mexico Universidad Veracruzana Recuperado de [http //www monografias com/trabajos99/valores propios y vectores propios eigenvalores y eigenvectores/valores propios y vectores propios eigenvalores y eigenvectores.shtml](http://www.monografias.com/trabajos99/valores-propios-y-vectores-propios-eigenvalores-y-eigenvectores/valores-propios-y-vectores-propios-eigenvalores-y-eigenvectores.shtml)
- 13 Censo Nacional de Poblacion y Vivienda (2010) ALGUNAS CARACTERISTICAS IMPORTANTES DE LAS VIVIENDAS Y LUGAR POBLADO CENSO 2010 Contraloria General de la Republica de Panama Recuperado de [https //www contraloria gob pa/inec/archivos/P3551P3551cuadro3 xls](https://www.contraloria.gob.pa/inec/archivos/P3551P3551cuadro3.xls)
- 14 Celemin J (2014) *El Proceso Analitico Jerarquico en el Marco de la Evaluacion Multicriterio un Analisis Compartativo* Revista digital del Grupo de Estudios

sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica
(GESIG) № 6 p p 47 63 Recuperado de <http://www.gesigproeg.com.ar>

- 15 Censos Nacionales Volúmenes Censales (2010) CGRINECLugares2010 14 de noviembre de 2015 de Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales STRI
Recuperado de
<https://services.arcgis.com/YWS4hN3n25AVAsTm/arcgis/rest/services/CGRINECLugares2010/FeatureServer/0>
- 16 Censo Nacional de Población y Vivienda (2010) GRUPOS DE INGRESO DE LA PERSONA 22 de octubre de 2015 de Contraloría General de la República de Panamá Recuperado de http://estadisticas.contraloria.gob.pa/inec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/Portal?&BASE=LP2010&MAIN=WebServerMain_censos.inl
- 17 Censo Nacional de Población y Vivienda (2010) Población según edad quinquenal 12 de noviembre 2015 de Contraloría General de la República de Panamá Recuperado de http://estadisticas.contraloria.gob.pa/inec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/Portal?&BASE=LP2010&MAIN=WebServerMain_censos.inl
- 18 Censo Nacional de Población y Vivienda (2010) SUPERFICIE POBLACION Y DENSIDAD DE POBLACION EN LA REPUBLICA SEGUN PROVINCIA COMARCA INDIGENA DISTRITO Y CORREGIMIENTO CENSOS DE 1990 A 2010 25 de octubre de 2015 de Contraloría General de la República de Panamá Recuperado de
<https://www.contraloria.gob.pa/inec/archivos/P3601Cuadro11.xls>

- 19 Compañía Gestión de residuos Soluciones Globales para el Reciclaje (2016)
Planta de clasificación de residuos y esquema de una planta Recuperado de
<http://www.recytrans.com/gestor-de-residuos.html>
- 20 Contraloría General de la República de Panamá Capa del distrito de Santiago
 hidrografía y vías Archivo formato vectorial shp
- 21 Contraloría General de la República de Panamá XI Censo Nacional de Población
 y VII de Vivienda 2010 Resultados finales
- 22 Decreto Ejecutivo № 197 *Por el cual se crea la Red Nacional de Residuos
 Sólidos* Gaceta Oficial de la República de Panamá República de Panamá 18 de
 agosto de 1996
- 23 Decreto Ejecutivo 111 *Por el cual se establece el reglamento para la gestión y
 manejo de los desechos sólidos procedentes de los Establecimientos de Salud*
 Gaceta Oficial de la República de Panamá República de Panamá 23 de junio de
 1999
- 24 Decreto Ejecutivo 275 *Que aprueba las normas de los rellenos sanitarios con
 capacidad mayor o igual a trescientas toneladas métricas por día de residuos
 sólidos no peligrosos* Gaceta Oficial de la República de Panamá República de
 Panamá 27 de abril de 2004
- 25 Decreto ejecutivo 156 *Que establece las normas sanitarias para la aprobación
 de proyectos para la construcción y operación de rellenos sanitarios de
 seguridad y dicta otras disposiciones* Gaceta Oficial de la República de Panamá
 República de Panamá 27 de julio de 2004

- 26 Direccion Nacional de Reforma Agraria Catastro Rural de Tierras y Aguas
Proyecto CATAPAN
- 27 Direccion Nacional de Recursos Minerales Mapa de geologia escala 1 50 000
- 28 Direccion Nacional de Reforma Agraria Catastro Rural de Tierras y Aguas
(1968) Proyecto CATAPAN
- 29 Empresa de Trasmision Electrica ETESA
- 30 EMPRESA DE TRANSMISION ELECTRICA S A DEPARTAMENTO DE
HIDROMETEOROLOGIA (1999) MAPA HIDROGEOLOGICO DE
PANAMA ESCALA 1 1 000 000
- 31 Empresa Soluciones Ambientales Comunitarias S A (2015) *USUARIOS DEL
SISTEMA DE RECOLECCION Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS DEL
MUNICIPIO DE SANTIAGO HASTA EL 17 DE OCTUBRE DE 2015*
- 32 Entrevista con Rodriguez Isaac (comunicacion personal) Gerente general
SACOSA Panama 17 de octubre de 2015
- 33 Fernely A Rodriguez D y Ceron R' (2002) *IDENTIFICACION DE AREAS
POTENCIALES PARA UBICAR EL FUTURO SISTEMA DE DISPOSICION
FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS DEL MUNICIPIO DE POPAYAN* Recuperado
de www.popayan-cauca.gov.co/apc/aa/relleno_pop_jul_2012_alcalda.pdf
- 34 Frau C Valenzuela J y Rojas Y (2006) *Modelacion espacial mediante
Geomatica y Evaluacion Multicriterio para la ordenacion territorial* Fac Ing
Univ Tarapaca Chile vol 14 (1) p 81 89

- 35 Galacho J F B y Castaño A J A (2010) *Metodologia aplicada para la evaluacion con SIG y EMC de senderos segun las condiciones físicas del terreno*
Recuperado de http://age.tig.es/2010_Sevilla/ponencia2/GALACHO.pdf
- 36 Gomez D M y Barredo C J (2005) *Sistemas de Informacion Geografica y evaluacion multicriterio en la ordenacion del territorio* Madrid España editorial RA MA
- 37 Gomez D M (2008) *Metodos de ayuda a la toma de decisiones INTEGRACION DE TECNICAS DE EVALUACION MULTICRITERIO Y SIG*
Recuperado de https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG_MA_ASIG/PG_ASIG_200388/TAB42351/emc_08.pdf
- 38 Gonzalez I Freire C Morente L y Asensio E (2012) *Los sistemas de informacion geografica y la investigacion en las ciencias humanas y sociales* Madrid Confederacion española de centro de estudios locales (CSIC)
Recuperado de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/64940/1/Los%20SIG%20y%20la%20Investigacion%20en%20Ciencias%20Humanas%20y%20Sociales.pdf>
- 39 Gonzalez J (2014) *Alternativas de captacion y tratamiento del biogas en el vertedero de Piedras Blancas Cordoba Argentina* UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA Recuperado de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1635/Alternativas%20de%20captacion%20y%20tratamiento%20del%20biogas%20en%20el%20vertedero%20de%20Piedras%20Blancas.pdf?sequence=1>
- 40 Idrisi Selva 17x Idrisi Selva Help System Laboratorio Clark

- 41 Jaramillo J (2002) *GUIA PARA EL DISEÑO CONSTRUCCION Y OPERACION DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES* Recuperado de www.ambiente.gov.ar/archivos/web/DCA/Construccion_OPS_CEPIS.pdf
- 42 Jimenez G F B Ocaña O C *Tratamiento con SIG y Tecnicas de Evaluacion Multicriterio de la capacidad de acogida del territorio para usos urbanisticos residenciales y comerciales* Recuperado de http://age.tig.es/docs/XII_3/111%20%20Galacho%20y%20Ocana.pdf
- 43 La Ley Nº 66 *Que crea elCodigo sanitario de la Republica de Panama* Gaceta Oficial de la Republica de Panama Republica de Panama 10 de noviembre de 1947
- 44 Ley Nº 1 *Por la cual se establece la legislacion forestal en la Republica de Panama y se dictan otras disposiciones* Gaceta Oficial de la Republica de Panama Republica de Panama 3 de febrero de 1994
- 45 Ley Nº 41 *Ley General del Ambiente de la Republica de Panama* Gaceta Oficial de la Republica de Panama Republica de Panama 1 de julio de 1998
- 46 Luna C M de J (2008) *SISTEMAS DE TRATAMIENTOS PARA LIXIVIADOS GENERADOS EN RELLENOS SANITARIOS* Recuperado de <http://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/304/2/62844564C797.pdf>
- 47 Ministerio de Ambiente Atlas Ambiental de Panama 2010
- 48 Mitre M V (2012) *Propuesta de Plan de Produccion Mas Limpia para el Sistema de Segregacion Recoleccion y Transporte de los Desechos Solidos Hospitalarios Peligrosos de la Ciudad de Santiago de Veraguas* (Tesis de Maestria) Universidad Abierta y a Distancia de Panama

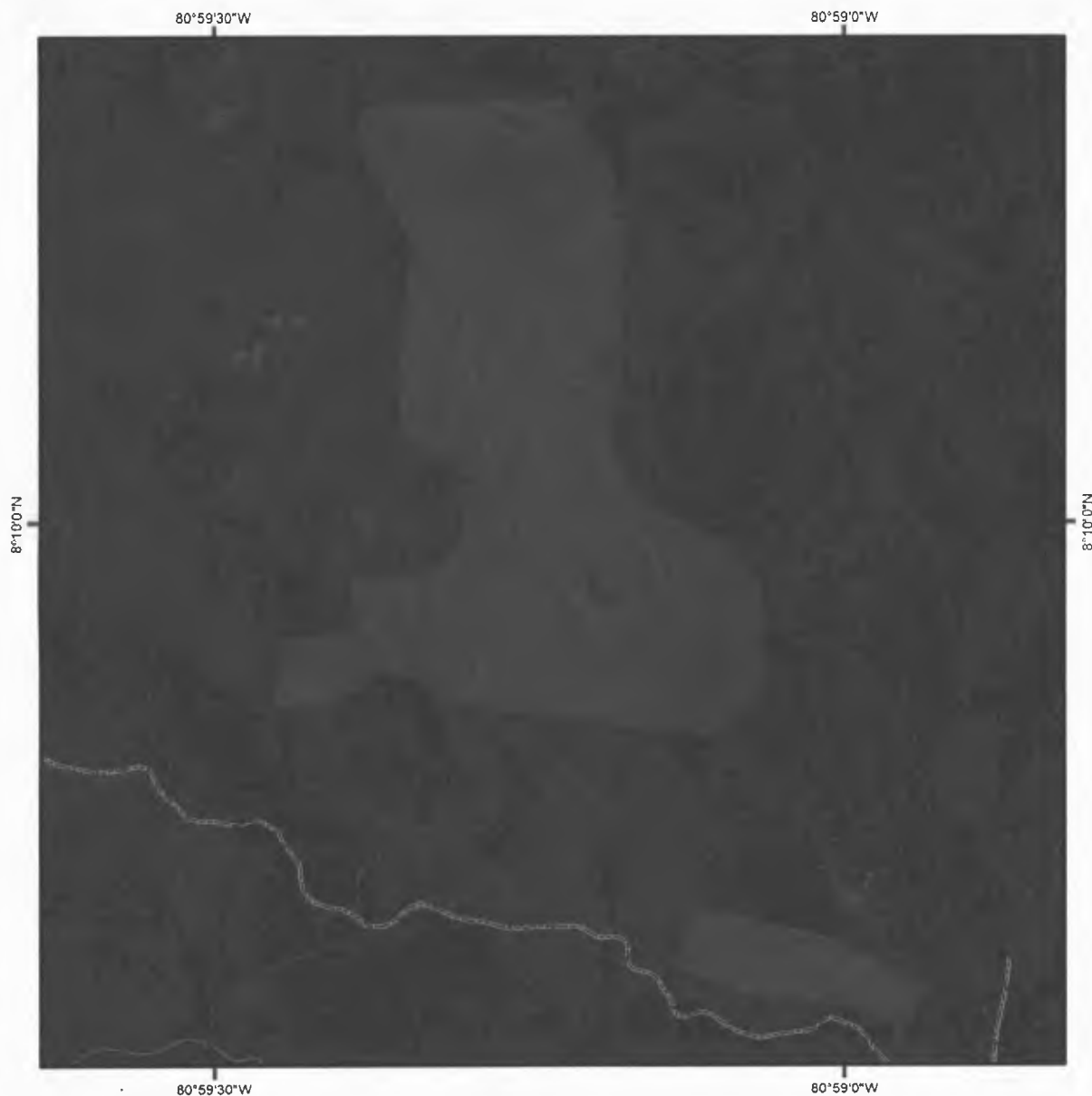
- 49 Modelo de Elevacion Digital (DEM) de la Republica de Panama generado por el programa SRTM de NASA Se presume que es una interpolacion a 30m del modelo de 90m
- 50 Olaya V (2011) *Sistemas de informacion geografica* Recuperado de ftp://ftp.ehu.es/cidira/profs/npbaiza/Libro_SIG.pdf
- 51 Pineda F M (2009) *Aplicacion de un modelo geomatico que determine los mejores sitios para la ubicacion del vertedero de desechos solidos de Chitre (proyecto de investigacion)* Universidad de Panama Chitre Panama Recuperado de <http://myslide.es/documents/vertederochitre.html>
- 52 Preciado S J M (1997) *El planteamiento teorico multiobjetivo/multicriterio y su aplicacion a la resolucion de problemas medioambientales y territoriales mediante los S I G Raster* Recuperado de <http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned/ETFSerie6/B3DEF4BA-3143-B4C9-16C6-4D5EDF3F8AA9/Documento.pdf>
- 53 Proyecto CATAPAN Mapa de suelos Archivo formato vectorial shp
- 54 Regidor I (2011) *Situacion actual de la disposicion final de residuos solidos en los municipios integrados en la Cuenca de la Laguna de Apoyo* Recuperado de <http://165.98.12.83/1096/1/encuentro88articulo3.pdf>
- 55 Resolucion N° AG 0153 2007 *Por la cual se adopta la guia de buenas practicas ambientales para la construccion y ensanche de carreteras y la rehabilitacion de caminos rurales* Publicado en la Gaceta Oficial Digital 05 de abril de 2007

- 56 Rodríguez A y Ceron R (2012) *Identificación de áreas potenciales para ubicar el futuro sistema de disposición final de residuos sólidos del Municipio de Popayan* Serviaseo Popayan S A E S P
- 57 Rojas M Leon F (2011) *Definición de sitios para el tratamiento y disposición final de residuos sólidos en Cinco Parroquias rurales del Canton Loja utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG)* Tesis para optar al Título de ingeniería y Manejo y Conservación del Medio Ambiente Universidad Nacional de Loja Ecuador Recuperado de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5711>
- 58 Sampieri H R Collado F C y Baptista L M (2010) *Metodología de la investigación* Recuperado de http://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
- 59 Santos A (2011) *Localización de sitios adecuados para establecer un vertedero de residuos sólidos urbanos en el Municipio del distrito Central de Honduras* Tesis para optar al Título de Master en ordenamiento y gestión del territorio Ciudad Universitaria Tegucigalpa M D C Honduras
- 60 Soriano Rojas (2013) *Guía para realizar investigaciones sociales* Recuperado de http://raulrojasoriano.com/cualitlanezi/wp-content/themes/raulrojasoriano/assets/libros/guia_realizar_investigaciones_sociales_rojas_soriano.pdf

- 61 Umaña G Juan G (2002) *METODO DE EVALUACION Y SELECCION DE SITIO PARA RELLENO SANITARIO* Recuperado el día 15 de diciembre de [http //www bvsde paho org/cursoa _rsm/e/fulltext/iv 080 pdf](http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/fulltext/iv_080.pdf)
- 62 Valdez E (18 de junio de 2014) *Afectaciones a la salud por vertederos a cielo abierto* *Diario Panama America* Recuperado de [http //www panamaamerica com pa/provincias/afectaciones la salud por vertederos cielo abierto](http://www.panamaamerica.com.pa/provincias/afectaciones%20la%20salud%20por%20vertederos%20cielo%20abierto)
- 63 Vallester E (2010) *Gestion de residuos solidos impacto sobre los ecosistemas hidricos y zonas costeras* Recuperado el día 14 de diciembre de 2015 de [http //www pnuma org/agua miaac/REGIONAL/MATERIAL%20ADICIONAL/PRESENTACIONES/PONENTES/Tema%204%20%20Armonizacion/Gestion%20de%20residuos%20solidos%20%20Erick%20Vallester/DESECHOS%20SOLIDOS%20PANAMA pdf](http://www.pnuma.org/agua-miaac/REGIONAL/MATERIAL%20ADICIONAL/PRESENTACIONES/PONENTES/Tema%204%20%20Armonizacion/Gestion%20de%20residuos%20solidos%20%20Erick%20Vallester/DESECHOS%20SOLIDOS%20PANAMA.pdf)







ANEXOS

SITIO PROPUESTO.



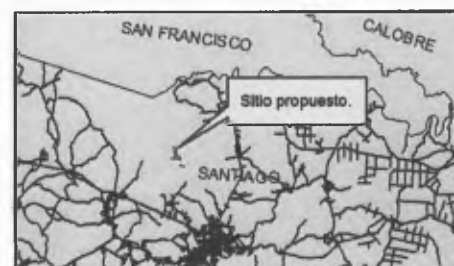
LEYENDA

ÁREA

-  PLANTA DE RECICLAJE
-  RELLENO SANITARIO
-  Curvas de nivel intervalo de 5 m.
-  Hidrografía
-  Vías
-  Poblados



LOCALIZACIÓN REGIONAL



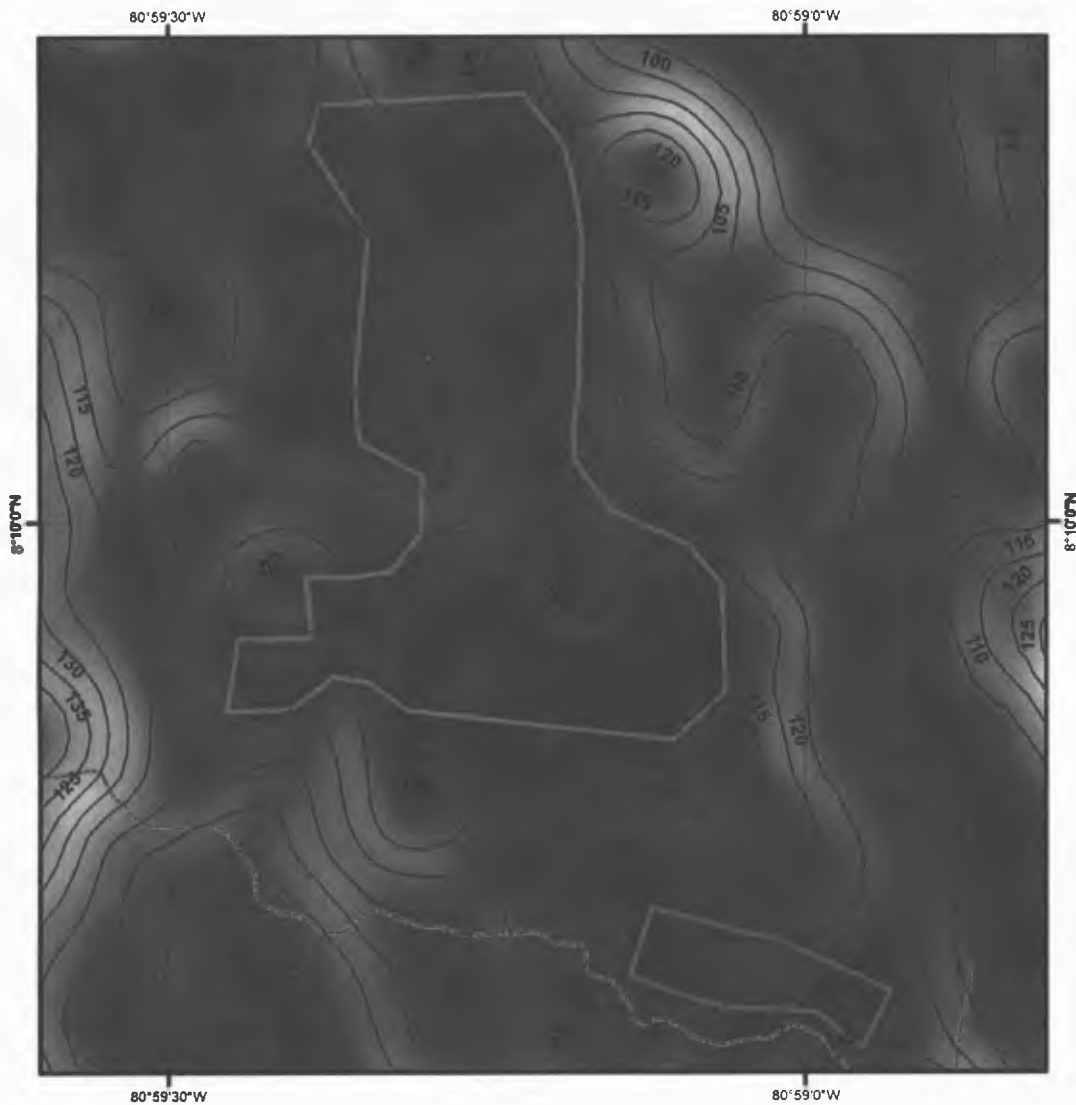
Escala 1:10,000

0.2 0.1 0 0.2 Km.



Fuente: Elaborado por investigador.

PENDIENTE DEL SITIO PROPUESTO.



Leyenda

— Curvas de nivel intervalo de 5 m.

— Vías

Sitio propuesto

NOMBREE

PLANTA DE RECICLAJE

RELLENO SANITARIO

Pendiente

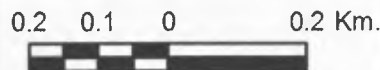
Valor

High : 41.5781

Low : 0



Escala 1:10,000



LOCALIZACIÓN REGIONAL



Fuente: Modelo de Elevación Digital (DEM) de la República de Panamá, generado por el programa SRTM de NASA. Se presume que es una interpolación a 30m del modelo de 90m.

UNIVERSIDAD DE PANAMA
CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE VERAGUAS
FACULTAD DE HUMANIDADES
MAESTRIA EN GEOGRAFIA REGIONAL DE PANAMA
ENCUESTA SOBRE LOS PROBLEMAS DERIVADOS DEL VERTEDERO MUNICIPAL
DE SANTIAGO

N° _____

Encuestador _____ Encuestado _____
Lugar _____ Fecha _____ Hora _____

Objetivos

- Determinar problemas ambientales relacionados con el vertedero de Santiago
- Diagnosticar los efectos a la salud ocasionados por la contaminacion del vertedero
- Establecer medidas de solucion al problema del vertedero

Items

1 ¿Cuales son los principales problemas ambientales del vertedero?

Cont del agua _____ cont del aire _____ cont del suelo _____

2 De existir contaminacion del agua ¿A qué fuentes contamina?

Rios _____ especifique
cual _____
quebradas _____ especifique
cual _____ lagos _____
especifique cual _____

3 De existir contaminacion del aire ¿De qué forma contamina?

Olores desagradables _____ humo tóxico _____ otra especifique

4 De existir contaminacion del suelo ¿De que forma contamina?

Eliminado la capa de humus _____ compactacion del suelo _____ otra especifique

5 ¿De los tipos de contaminación cuál ocasiona más problemas?

Cont del agua _____ cont del aire _____ cont del suelo _____ otro
especifique

6 ¿De qué forma se deshace de la basura?

Quema _____ entierra _____ arroja a botadero improvisado _____ en rio o quebradas
_____ recolección de empresa privada _____

7 ¿Que problemas de salud se han dado debido a la contaminacion del vertedero?

Enfermedades respiratorias _____ especifique cuales

Enfermedades gastrointestinales ____ especifique cuales

Enfermedades infecciosas ____ especifique cuales

Otras ____ especifique cuales

8 ¿Los problemas del vertedero han traído algún tipo de vectores o plagas?

Si ____ no ____

Si su respuesta es si

Moscas ____ mosquitos ____ cucarachas ____ ratones ____ otros ____ especifique

9 ¿Existen problemas debido al transporte de los desechos?

Si ____ no ____

Si su respuesta es si

Restos de desechos en carretera ____ malos olores de los camiones ____ derrame de
lixiviados ____ otro especifique

10 ¿Conoce de la existencia de los pepenadores?

Si ____ no ____

Si su respuesta es si como son las normas de seguridad para tratar los desechos

Buena ____ mala ____ regular ____ deficiente ____

11 A su juicio ¿Cual es el principal problema del sistema de recolección y disposición de la basura?

Inadecuado sistema de recolección ____ transporte en malas condiciones ____ falta de
tratamiento de los desechos ____ falta de maquinaria ____ otro especifique

12 Según su opinión ¿Cual es problema más grave del vertedero?

13 ¿Sabe por qué no se ha utilizado el relleno que se construyó?

Si ____ no ____ si su respuesta es si diga
porque _____

14 ¿Cómo ha sido el papel de las instituciones y gobierno local frente a la problemática?

Buena _____ mala _____ regular _____ deficiente _____ diga

porque _____

15 ¿Como ha sido el papel de la empresa encargada del servicio de recolección y disposicion de residuos?

Buena _____ mala _____ regular _____ deficiente _____ diga

porque _____

16 ¿Cuantos años tiene de vivir en el poblado?

Menos de 5 _____ de 5 a 10 _____ de 10 a 20 _____ mas de 20 _____

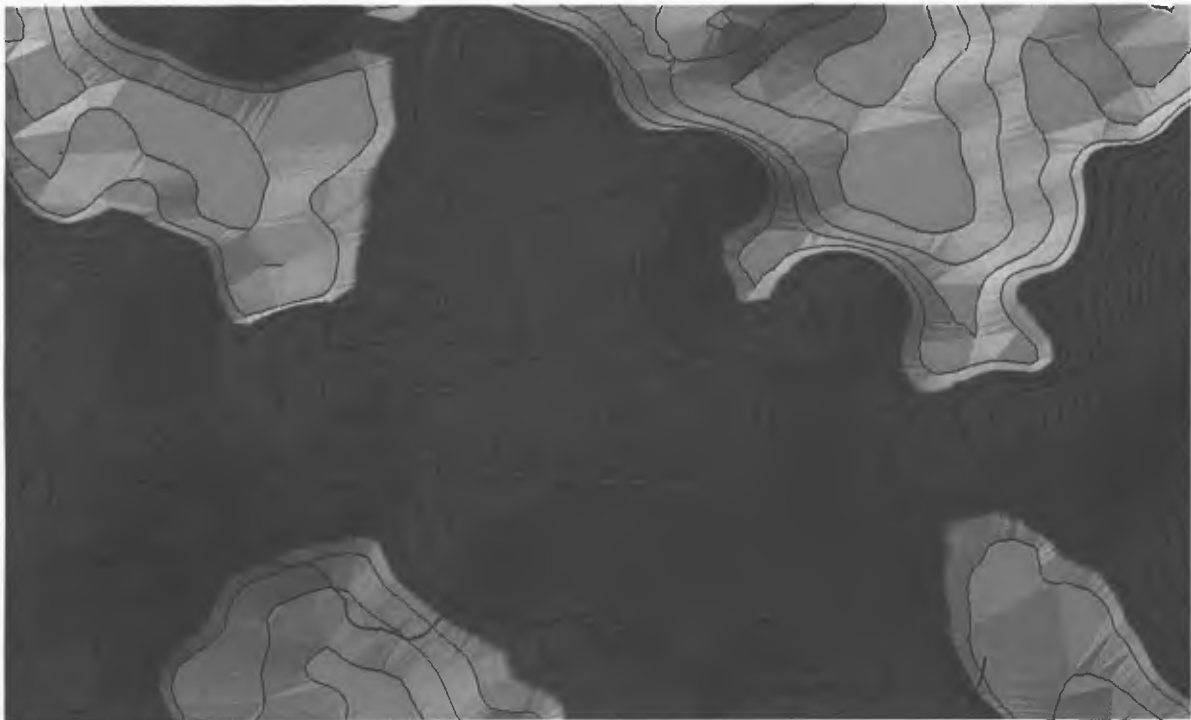
17 ¿Qué solución sugiere para poner fin al problema del vertedero?

Reacondicionamiento del vertedero actual _____ utilizacion del relleno sanitario construido
_____ reubicacion del vertedero _____ otra especifique

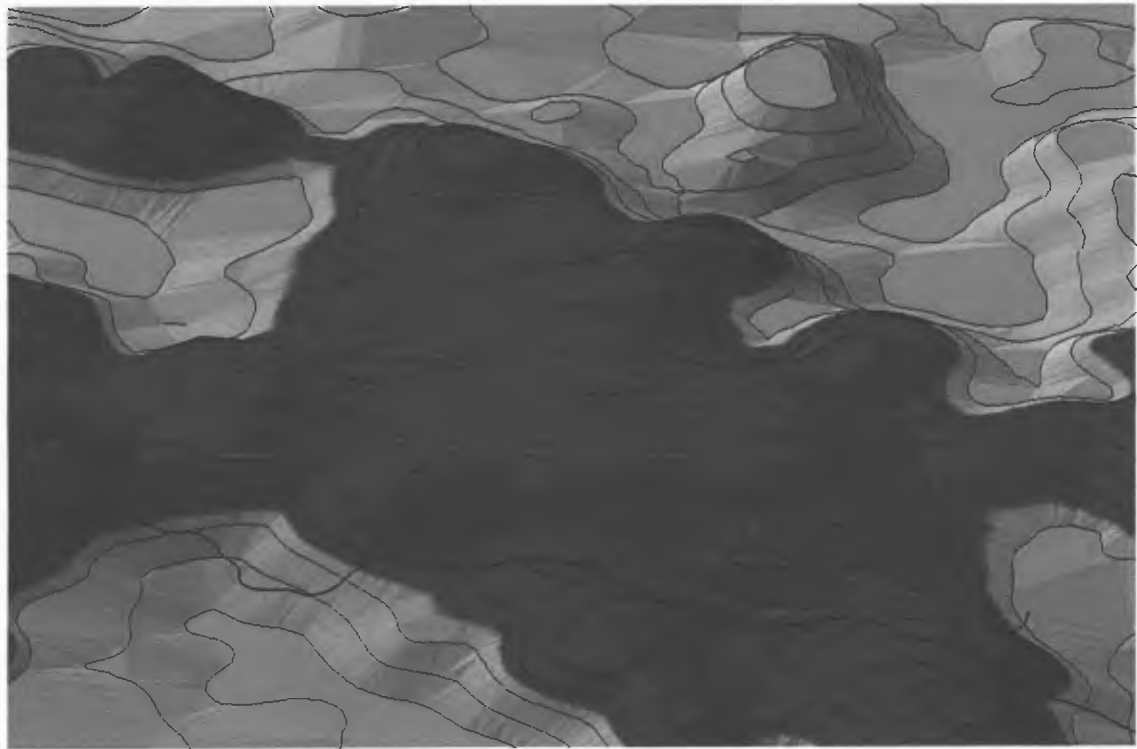
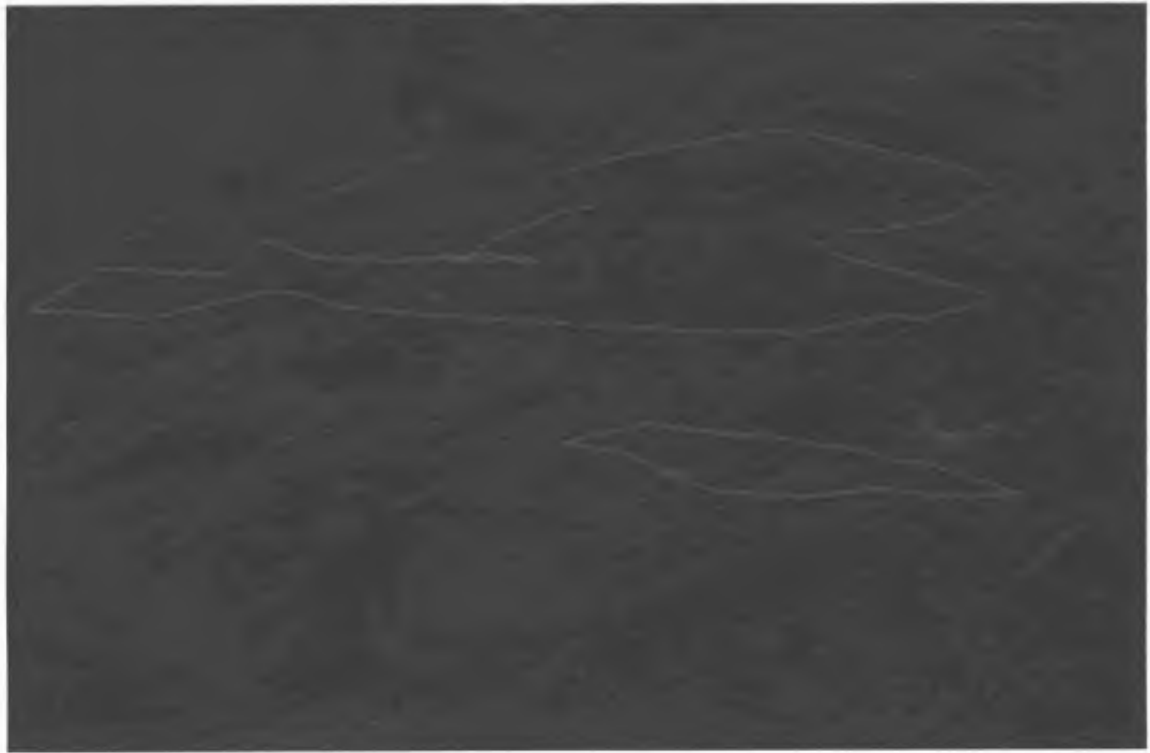
VISTA POSTERIOR DEL SITIO



VISTA 2D DEL SITIO.



VISTA FRONTAL DEL SITIO.



TRABAJOS EN EL VERTEDERO



Fuente: Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario (AAUD. (2016). *Administrador de AAUD supervisó avance de los trabajos en vertedero de Santiago*. Recuperado de: <http://www.panama24horas.com.pa/sin-categoria/administrador-de-aud-superviso-avance-de-los-trabajos-en-vertedero-de-santiago/>

CIERRE DEL VERTEDERO



Fuente: Ruíz, S. (5 de enero de 2016). *Vertedero de Santiago permanece cerrado*. Diario Mi Diario. Recuperado de <http://www.midiario.com/uhora/nacionales/vertedero-de-santiago-permanece-cerrado>.